

Heidelberger Taschenbücher

Hellwinkel

Die systematische

Nomenklatur der Organischen Chemie

Eine Gebrauchsanweisung

Zweite Auflage



Springer-Verlag

Berlin Heidelberg GmbH

Heidelberger Taschenbücher Band 135



Dieter Hellwinkel

Die systematische

Nomenklatur der Organischen Chemie

Eine Gebrauchsanweisung

Zweite Auflage

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg GmbH 1978

Professor Dr. Dieter Hellwinkel

Organisch-Chemisches Institut der Universität Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 270, D-6900 Heidelberg 1

ISBN 978-3-540-08796-0 ISBN 978-3-662-06686-7 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-06686-7

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß § 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1974, 1978

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1978

Library of Congress Catalog Card Number 73-11811

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

2152/3140-543210

Vorwort zur ersten Auflage

Das explosionsartige Anwachsen des chemischen Wissens hat in den letzten Jahrzehnten im Bereich der organischen Chemie zu einer schier unübersehbaren Anzahl neuer und neuartiger Verbindungen und Verbindungsklassen geführt, deren rationelle Benennung immer größere Schwierigkeiten bereitete. Ursprünglich war ja die Namensgebung eines neuen Stoffes weitgehend, wenn nicht völlig in das Belieben des Entdeckers gestellt, der den Namen häufig von einer direkten sinnlichen Wahrnehmung ableitete oder sich gar ganz von der Intuition leiten ließ. Da die mehr oder weniger willkürlich gebildeten „Trivialnamen“ meist gar nichts über die Strukturen der Verbindungen aussagten, konnten sie auch in keinen sinnvollen Zusammenhang zueinander gebracht werden. Mit dem zunehmenden Verständnis der strukturellen Beziehungen der Organischen Chemie wuchs aber die Tendenz, eine allgemeinverbindliche und systematische Nomenklatur zu entwickeln, die es erlauben sollte, wesentliche konstitutionelle Aussagen über ein Molekül bereits aus dessen Namen abzuleiten. Andererseits wollte man einen großen Teil der althergebrachten Trivial- und Semi-trivialnamen nicht so ohne weiteres aufgeben. Dennoch ist es den damit befaßten Instanzen der „International Union of Pure and Applied Chemistry“, der IUPAC, gelungen, ein einheitliches und ausbaufähiges Nomenklatursystem zu entwickeln, das mittlerweile allgemein und international anerkannt ist. Die Originalfassung der IUPAC-Nomenklaturregeln der Organischen Chemie ist ein unverzichtbares Hilfsmittel für den Spezialisten. Als Einführung in die Materie ist jedoch eine knappere und präzisere „Gebrauchsanweisung“ eher am Platze, die an Hand zahlreicher, sorgfältig ausgewählter bzw. konstruierter Beispiele die Geltungsbereiche der einzelnen Regeln möglichst vollständig überstreicht. Dies umso mehr, als nun endlich auch die deutschen Chemie-Organe wie „Chemische Berichte“ und „Liebigs Annalen der Chemie“ sich auf die Nomenklaturregeln der IUPAC festgelegt haben.

So soll diese Übersicht helfen, von der Formel zum Namen und vom Namen zur Formel zu führen. Sie wendet sich dabei nicht nur an die Chemiker, sondern möchte auch Mediziner, Biologen und anderen, die mit der Organischen Chemie zusammentreffen, das Verständnis der Literatur erleichtern.

D. Hellwinkel

Vorwort zur zweiten Auflage

Nachdem die erste Auflage schnell vergriffen war, wurden bei dieser neu durchgesehenen, korrigierten Auflage auch einige neuere Entwicklungen bei der Schreibweise chemischer Namen berücksichtigt.

Heidelberg, im März 1978

Der Verfasser

Inhalt

Einleitung	1
Literatur	4

1. Stammsysteme

1.1. Acyclische Kohlenwasserstoff-Systeme	5
1.2. Cyclische Systeme	11
1.2.1. Cyclische Kohlenwasserstoff-Systeme	11
1.2.1.1. Monocyclische Kohlenwasserstoffe	11
1.2.1.2. Polycyclische Kohlenwasserstoffe	12
1.2.1.2.1. Kondensierte polycyclische Kohlenwasserstoffe	12
1.2.1.2.2. Verbrückte polycyclische Kohlenwasserstoffe	23
1.2.1.2.3. Spiro-Kohlenwasserstoffe	28
1.2.1.2.4. Kohlenwasserstoff-Ringsysteme, die über Einfach- oder Doppelbindungen miteinander verknüpft sind	32
1.2.1.2.5. Cyclische Kohlenwasserstoffe mit Seitenketten	34
1.2.2. Heterocyclische Systeme	36
1.2.2.1. Trivialnamen	36
1.2.2.2. Ersetzungsnomenklatur (sog. „a“-Nomenklatur)	44
1.2.2.3. Das Hantzsch-Widman-Patterson-System	46

2. Substituierte Systeme

2.1. Allgemeine Vorbemerkungen	59
2.2. Nomenklaturtypen für substituierte Systeme	60
2.2.1. Die substitutive Nomenklatur	60
2.2.2. Die radikofunktionelle Nomenklatur	67
2.2.3. Die additive Nomenklatur	68
2.2.4. Die subtraktive Nomenklatur	70
2.2.5. Die konjunktive Nomenklatur	71
2.2.6. Die Nomenklatur für substituierte Aggregate identischer Einheiten	72
2.2.6.1. Komponenten mit direkter Verknüpfung	73
2.2.6.2. Identische Komponenten, die an di- oder polyvalente Radikale gebunden sind	74
2.2.7. Die Benennung radikalischer und ionischer Spezies	76
2.2.7.1. Freie Radikale	76

2.2.7.2. Kationen	77
2.2.7.3. Kationradikale (Radikalkationen)	80
2.2.7.4. Anionen	80
2.2.7.5. Radikalanionen (Anionradikale)	81
2.2.7.6. Verbindungen mit zwei (oder mehr) gleichartigen ionischen Zentren	82
2.2.7.7. Verbindungen mit positiven und negativen Zentren	83
2.3. Kurze Exemplifizierung der allgemeinen Nomenklatur- regeln für die wichtigsten Verbindungsklassen	84
2.3.1. Carbonsäuren, Sulfonsäuren u. a. und ihre Derivate	84
2.3.2. Nitrile, Isocyanide und ähnliche Verbindungen	88
2.3.3. Aldehyde und Ketone	89
2.3.4. Alkohole, Phenole und ihre Derivate	95
2.3.5. Ether und Thioether	98
2.3.6. Amine und ihre Derivate	100
2.3.7. Halogenverbindungen	105
2.3.8. Azo- und Azoxyverbindungen	105
2.3.9. Hydrazine und ihre Abkömmlinge	108
2.3.10. Diazoverbindungen	109
2.3.11. Verbindungen mit Ketten von drei oder mehr Stickstoff- atomen	109
2.3.12. Formazane	110
2.3.13. Harnstoff und seine Derivate	111
2.3.14. Guanidine	112
2.3.15. Hydrazinderivate der Kohlensäure	113

3. Die Konstruktion der Namen komplexer Verbindungen

3.1. Bestimmung der ranghöchsten Kette (Hauptkette)	115
3.2. Bestimmung des ranghöchsten Ringsystems	116
3.3. Behandlung der ranghöchsten charakteristischen Gruppe im Rahmen der beiden vorstehenden Abschnitte 3.1 und 3.2	117
3.4. Bezifferung	118
3.5. Ordnung der Präfixe	119
3.6. Beispiele	120

4. Anhang I Tabellen beizubehaltender Trivialnamen (und Semitrivialnamen)	129
--	-----

5. Anhang II Die „Wiswesser Line Notation“	153
--	-----

Sachverzeichnis	159
---------------------------	-----

Einleitung

Daß bei den meisten Chemikern bislang eine mehr oder weniger große Indifferenz, wenn nicht gar Abneigung gegenüber den Benennungsproblemen ihrer Wissenschaft herrschte, ist bis zu einem gewissen Grade verständlich. Zu viele divergierende und uneinheitliche Nomenklaturmöglichkeiten stehen zur Auswahl. Oft werden die Bezeichnungen von den verschiedenen Chemiezeitschriften, Handbüchern und Referatorien auch noch in der unterschiedlichsten Weise gehandhabt. Im Gefolge der sich abzeichnenden internationalen Festlegung auf ein einheitliches, doch noch immer gewisse Alternativen zulassendes Nomenklatorsystem, ist es aber notwendig und zumutbar geworden, daß sich jeder Chemiker, sei es der noch in der Ausbildung befindliche oder der aktiv tätige Wissenschaftler, die Grundlagen dieses Benennungssystems aneignet.

Vielleicht kann das Unbehagen gegenüber der Beschäftigung mit den systematischen Nomenklaturregeln der organischen Chemie durch den folgenden Hinweis abgebaut oder doch gemildert werden: *man verfährt bei der Namensgebung (bzw. der Konstitutionsermittlung aus einem vorgegebenen systematischen Namen) einer organischen Verbindung im allgemeinen genau so wie bei der experimentellen Arbeit der Synthese bzw. der Konstitutionsermittlung.* Die zu benennende Verbindung wird zunächst in ihre konstitutionellen Elemente zerlegt, diese werden systematisch benannt und dann nach bestimmten Richtlinien zum Gesamtnamen kombiniert. Analog verfährt man bei der Übersetzung eines Verbindungsnamens in seine Konstitutionsformel; der Name wird in die nomenklatorischen Untereinheiten zerlegt, denen Teilformelbilder zugeordnet werden, die man dann zur Gesamtformel zusammensetzt.

Die Grundidee der systematischen Nomenklatur, deren Handhabung hier vermittelt werden soll, beruht auf dem Konzept des *Stammsystems* — acyclisches oder (poly)cyclisches Kohlenwasserstoff- oder Hetero-System — dessen Wasserstoffe durch andere Atome, Atomgruppen oder wiederum ganze Stammsysteme substituiert sind. Diese Substituenten können ihrerseits vielfältig weitersubstituiert sein. Nun findet man, besonders im Bereich der Stammsysteme, eine Vielzahl von *Trivialnamen* vor, auf die man aus den verschiedensten Gründen nicht verzichten zu können glaubt. Da diese Trivialbegriffe naturgemäß meist nichts über die Konstitution der ihnen zugrunde liegenden Verbindungen aussagen, also nicht logisch abgeleitet werden können, zuweilen aber das ganze systematische Nomenklatorsystem auf sie bezogen ist (wie im Falle der kondensierten Polycyclen),

kommt man nicht umhin, sich eine möglichst große Anzahl von ihnen anzueignen. Dies soll durch Hervorhebung in *Kursiv-Druck* und durch tabellarische Zusammenfassungen am Ende des Buches erleichtert werden.

Bei der Zuordnung eines systematischen Namens zu einer gegebenen Verbindung oder bei der Ableitung einer Konstitutionsformel aus einem vorgegebenen Namen wird durchweg wie folgt verfahren:

1. Man bestimmt, welche *Verbindungsklasse* (z.B. Kohlenwasserstoff, Heterocyclus, Carbonsäure, Keton, Halogenderivat usw.) vorliegt.
2. Man sucht das *Stammsystem* auf und deklariert die darüber hinaus vorhandenen Konstitutions- bzw. Nomenklaturelemente als (gegebenenfalls weiter substituierte) *Substituenten*.
3. Da ein und dieselbe Verbindung die Charakteristika mehrerer Verbindungsklassen aufweisen kann und da auch mehrere Stammsysteme miteinander verknüpft vorliegen können, muß man *Prioritäten* festsetzen, d.h. nach gewissen Regeln bestimmen, welches der gleichartigen Konstitutionselemente ranghöher ist.
4. Man legt den *Nomenklaturtyp* fest, den man anwenden will bzw. man stellt fest, welcher Nomenklaturtyp in dem vorliegenden Verbindungs-namen verwendet wurde. (In den IUPAC-Regeln sind noch immer alternative Nomenklaturmöglichkeiten zugelassen, die sich zum Teil überschneiden.)
5. Die wie in 3. separierten Struktur- bzw. Nomenklaturelemente werden einzeln benannt (bzw. in die Teilformeln übertragen) und mit *Chiffren* (Zahlen, Buchstaben) sowie *Symbolen* (Klammern, Bindestriche, Markierungszeichen = engl. Primes) versehen.
6. Schließlich ordnet man die Substituenten nach bestimmten Regeln und verknüpft sie mit Hilfe von *Präfixen* (Vorsilben), *Infixen* (Zwischensilben) und *Suffixen* (Nachsilben), über die mit Chiffren gekennzeichneten Positionen des Stammsystems.

Im Zusammenhang mit den Begriffen Priorität bzw. Ranghöhe lassen sich gleich *zwei Grundregeln* der systematischen Nomenklatur angeben:

- a) Wenn irgend möglich sollen *kleinstmögliche Chiffren* (Zahlen, Buchstaben) verwendet werden; d.h. wenn man die Wahl hat, ist das Konstitutions- bzw. Nomenklaturelement, das die kleinste Chiffre trägt, bevorzugt. Gelegentlich werden auch Umkehrungen dieser Regel verwendet, d.h. die größte Chiffre ist bevorzugt.
- b) Weiterhin sollen *so wenig wie möglich Symbole* (Klammern, Bindestriche, Markierungszeichen usw.) verwendet werden, solange die Eindeutigkeit der gewünschten Aussage gewahrt bleibt.

Weil für viele Kohlenwasserstoff-Stammsysteme althergebrachte Bezeichnungen beibehalten werden, können hier nicht so ohne weiteres Prioritäten gemäß dem Prinzip der kleinsten Chiffren und/oder Symbole

abgeleitet werden. Deshalb wurden für derartige Verbindungen Listen aufgestellt, die die Prioritäten mehr oder weniger willkürlich festlegen.

Da das IUPAC-Nomenklatorsystem ganz auf den zentralen Begriff des Stammsystems abgestellt ist, dem in einer sekundären Sphäre die Substituenten zugeordnet werden, ist es ratsam diese Unterteilung auch in dem nun folgenden sachlichen Teil beizubehalten. Wir werden also zu Beginn die Nomenklaturregeln für die Stammsysteme ausarbeiten, im zweiten Teil uns mit den funktionellen Verbindungsklassen beschäftigen und im abschließenden dritten Teil dann die Zusammensetzung der endgültigen Namen komplexer Verbindungen vornehmen.

Dazu müssen noch einige technische Vorbemerkungen gegeben werden. Der im folgenden sehr häufig gebrauchte Begriff des *Radikals* dient zunächst nur zur Charakterisierung eines Moleküls, das eine nicht betätigte (sogenannte freie) Valenz aufweist. Es wird sich aber später herausstellen, daß dieser nomenklatorische Radikalbegriff direkt zur Benennung wirklicher, physikalischer Radikale herangezogen werden kann. Die *Abstufungen von Prioritätskriterien* sind grundsätzlich so aufzufassen, daß bei Unwirksamkeit eines vorstehenden Kriteriums nacheinander die darauf folgenden in Kraft treten. Die Verwendung von *Bindestrichen* ist zuweilen etwas problematisch und willkürlich; wenn es der Klarheit dient, sollte man hier etwas großzügig sein. Die gegebenen Beispiele wurden so ausgewählt und/oder konstruiert, daß sie den Anwendungsbereich der entsprechenden Regeln möglichst vollständig überstreichen.

Literatur

Als Ergänzung zum IUPAC-Manual¹, zu dem inzwischen eine deutsche Ausgabe erschienen ist², sei der Ring Index³ empfohlen, der ausgezeichnetes und vielfältiges Anschauungsmaterial zur Anwendung der systematischen Nomenklatur bei Ringverbindungen liefert. Da im Rahmen des Index-Systems von Chemical Abstracts weitere Präzisierungen der IUPAC-Nomenklaturregeln vorgenommen worden sind, ist es unbedingt notwendig, beim Arbeiten mit diesem Referatorgan die sogenannten „Index Guides“ zu Rate zu ziehen, in denen unter anderem die Chemical Abstracts Benennungsgebräuche eingehend erläutert werden⁴. Die fundamentalen Regeln zur Stereochemie⁵, zur Benennung von isotonenmarkierten Verbindungen⁶, von metall- und metalloorganischen Verbindungen⁷ sowie von Naturstoffen⁸ sind bisher nur in Form vorläufiger Regeln publiziert worden.

Eine generelle Diskussion des gegenwärtigen Status der chemischen Fachsprache ist anderenorts gegeben worden⁹; wer sich für historische Entwicklungen interessiert, dem sei noch das Buch von W. Holland¹⁰ empfohlen, das die heute gültigen Regeln zwar nur auszugsweise und recht unsystematisch wiedergibt, dafür aber eine ausgezeichnete Literaturzusammenstellung aufweist.

¹ International Union of Pure and Applied Chemistry, Nomenclature of Organic Chemistry, Sections A, B and C. Butterworths 1971.

² Internationale Regeln für die Chemische Nomenklatur und Terminologie. Deutsche Ausgabe, Band 1. Deutscher Zentrallausschuß für Chemie. Verlag Chemie 1975.

³ A. M. Patterson, L. T. Capell und D. F. Walker: The Ring Index, 2nd ed. 1960; Supplement I, 1963; II, 1964; III, 1965. Washington D.C.: American Chemical Society.

⁴ Naming and Indexing of Chemical Substances for Chemical Abstracts during the Ninth Collective Period (1972–1976): Section IV, Volume 76 Index Guide, 1973. Eighth Collective Period (1967–1971): Introduction to Volume 66 Subject Index, 1968. Seventh Collective Period (1962–1966): Introduction to Volume 56 Subject Index, 1962. American Chemical Society, Chemical Abstracts Service, Columbus, Ohio.

⁵ IUPAC Tentative Rules for the Nomenclature of Organic Chemistry. Section E. Fundamental Stereochemistry. J. Org. Chem. **35**, 2849 (1970); Pure Appl. Chem. **45**, 11 (1976).

⁶ Nomenclature of Organic Chemistry: Section H. Isotopically modified Compounds. Provisional Nomenclature Appendix No. 62 (July 1977) to IUPAC Information Bulletin.

⁷ Nomenclature of Organic Chemistry: Section D. Organic Compounds containing Elements which are not exclusively C, H, O, N, Halogen, S, Se and Te. Tentative Nomenclature Appendix No. 31 (August 1973) to IUPAC Information Bulletin.

⁸ Nomenclature of Organic Chemistry: Section F. Natural Products and related Compounds. Provisional Nomenclature Appendix No. 53 (December 1976) to IUPAC Information Bulletin.

⁹ D. Hellwinkel: Der derzeitige Status der Chemischen Fachsprache, Chemie für Labor und Betrieb **28**, 130 (1977).

¹⁰ W. Holland: Die Nomenklatur in der Organischen Chemie, Zürich und Frankfurt/Main, Verlag Harri Deutsch 1969.

1. Stammsysteme

1.1. Acyclische Kohlenwasserstoff-Systeme

Gesättigte acyclische Kohlenwasserstoffe werden unter dem Gattungsnamen *Alkane* zusammengefaßt; die von ihnen abgeleiteten Radikale heißen *Alkyl*-Radikale. Das Benennungssystem ist auf die unverzweigten Glieder der homologen Reihe C_nH_{2n+2} bezogen, von denen nur die ersten vier *trivial* bezeichnet werden:

1 *Methan*, 2 *Ethan*, 3 *Propan*, 4 *Butan*

Ab $n = 5$ wird systematisch benannt, indem die Silbe ... *an*¹ an ein dem Griechischen bzw. Lateinischen entnommenes Zahlwort angehängt wird:

5 *Pentan*, 6 *Hexan*, 7 *Heptan*, 8 *Octan*, 9 *Nonan*

Alle übrigen unverzweigten Kohlenwasserstoffe können durch Kombination der Zahlworte der ersten Dekade mit dem jeweiligen Zahlwort für die folgenden Dekaden benannt werden:

1 Hen ²	}	10 Decan	}	contan
2 Do		20 Cosan ²		
3 Tri		30 Tria		
4 Tetra		40 Tetra		
5 Penta		50 Penta		
6 Hexa		60 Hexa		
7 Hepta		70 Hepta		
8 Octa		80 Octa		
9 Nona		90 Nona		
		100 Hectan		

Die entsprechenden Radikale tragen anstelle der Endsilbe ... *an* die Silbe ... *yl*; die freie Valenz ist immer mit 1 zu beziffern (was nicht gesondert angegeben werden muss).

¹ Im englischen Sprachbereich wird die Endsilbe *-ane* verwendet.

² *Ausnahmen*: 11 = Undecan, 20 = Eicosan, 21 = Heneicosan.

$C_{22}H_{46}$ Docosan, $C_{44}H_{90}$ Tetratetracontan,

$-C_{75}H_{151}$ Pentaheptacontyl, $-C_{121}H_{243}$ Heneicosahectyl.

Ungesättigte acyclische Kohlenwasserstoffe mit Doppel- und/oder Dreifachbindungen werden generell als *Alkene*, *Alkine* und *Alkenine* bezeichnet; mehrfache Unsättigung wird durch Zahlsilben *di*, *tri* usw. angegeben: *Alkatriene*, *Alkendiene* usw.

Die Gattungsnamen der entsprechenden Radikale werden durch Anhängen der Silbe . . . yl gebildet: *Alkadientriinyl* usw.

Zur Benennung einzelner Glieder wendet man die für die gesättigten Systeme gegebenen Prinzipien sinngemäß an; trivial benannt werden nur noch *Methylen* $\dot{C}H_2$, *Ethylen* $H_2C=CH_2$, *Allen* $H_2C=C=CH_2$ und *Acetylen* $HC\equiv CH$.

Die Bezifferung der Ketten erfolgt so, daß die Mehrfachbindungen zusammen die kleinsten Ziffern erhalten; hat man die Wahl, sind Doppelbindungen gegenüber Dreifachbindungen bevorzugt.

$H_3C-\overset{5}{CH_2}-\overset{4}{CH_2}-\overset{3}{CH}=\overset{2}{CH}-\overset{1}{CH_3}$ 2-Penten, $H_3C-C\equiv\overset{2}{C}-CH_3$ 2-Butin,

$H_3C-CH=\overset{5}{CH}-\overset{3}{C}\equiv\overset{1}{C}-CH=\overset{1}{CH_2}$ 1,5-Heptadien-3-in,

$H_3C-CH=\overset{3}{CH}-\overset{1}{C}\equiv\overset{1}{CH}$ 3-Penten-1-in (nicht 2-Penten-4-in!)

$H_{21}C_{10}-\overset{11}{C}\equiv\overset{11}{C}-C_{10}H_{21}$ 11-Docosin, $H_2C=\overset{1}{C}=\overset{2}{C}-CH-C_{30}H_{61}$ 1,2-Tritriacontadien.

In den entsprechenden Radikalen wird die Radikalstelle stets mit 1 beziffert, erst dann ordnet man die Mehrfachbindungen wie oben:

$HC\equiv CH-$ Ethinyl, $HC\equiv\overset{25}{C}-\overset{24}{CH}=\overset{22}{CH}-(CH_2)_{20}\overset{1}{CH_2}-$ 22-Pentacosen-24-inyl.

Für die Radikale *Vinyl* $H_2C=CH-$ und *Allyl* $H_2C=\overset{2}{CH}-\overset{1}{CH_2}-$ werden die Trivialbegriffe beibehalten.

Anmerkung:

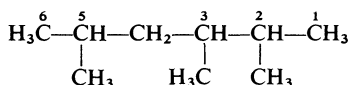
Im deutschen Sprachgebrauch findet man häufig Penten-(2) oder auch Pent-2-en anstelle von 2-Penten. Da aber die letzte Bezeichnung mit der geringsten Zahl an Symbolen auskommt und dennoch eindeutig ist, muß man ihr den Vorrang einräumen.

Verzweigte gesättigte und ungesättigte acyclische Kohlenwasserstoffe werden wie folgt benannt: man bestimmt die *Hauptkette*, der man dann

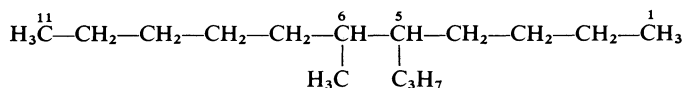
die *Seitenketten* als radikalische Substituenten zuordnet. Bei der Festlegung der Hauptkette hat man die folgenden Prioritätsabstufungen zu beachten:

- Die Hauptkette muß die größte Zahl an Doppel- und Dreifachbindungen zusammen enthalten.
- Ist dieses Kriterium noch mehrdeutig, oder wie im Falle der gesättigten Systeme irrelevant, entscheidet die größere Zahl an C-Atomen.
- Hat man dann noch die Wahl, bestimmt die größere Zahl an Doppelbindungen die Hauptkette.
- Ist dann noch keine Entscheidung möglich, gewinnt die Kette mit den meisten Seitenketten.

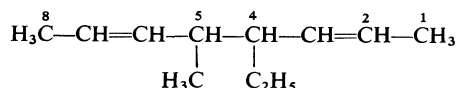
Die so definierte Hauptkette wird dann nach den für die unverzweigten Systeme gegebenen Prinzipien durchnummeriert. Bei der Benennung der Seitenketten, die ja ihrerseits weitere Seitenketten tragen können, verfährt man analog. Bei der Vereinigung der Teilstrukturen gibt man den Verknüpfungsstellen — wenn noch Wahlmöglichkeiten offen sind — kleinstmögliche Ziffern. Sind mehrere Seitenketten vorhanden, so ist, sofern alle obigen Prioritätskriterien ausgeschöpft sind, die alphabetische³ Reihenfolge maßgeblich, die auch grundsätzlich bei der Zitierung der Seitenketten anzuwenden ist, unabhängig von der Verknüpfungsziffer.



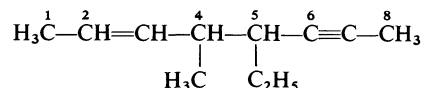
2,3,5-Tri-methylhexan



6-Methyl-5-propylundecan

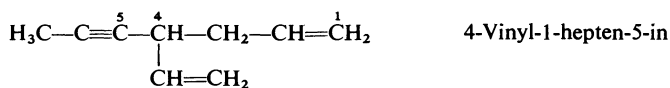
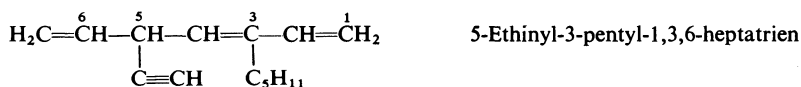


4-Ethyl-5-methyl-2-octadien

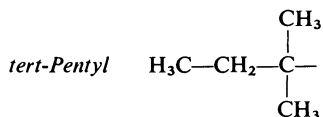
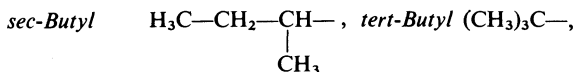
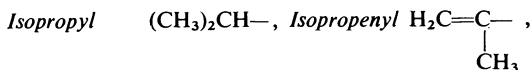
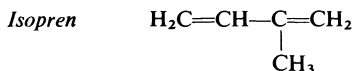
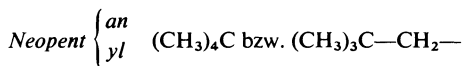
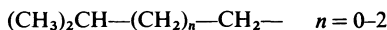
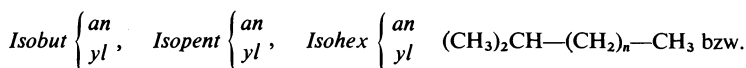


5-Ethyl-4-methyl-2-octen-6-in

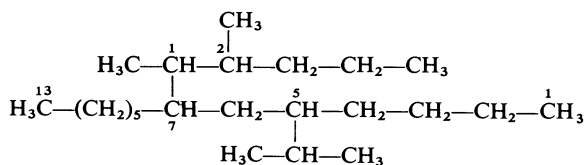
³ Neuerdings sind auch im Deutschen für die Begriffe Äthan, Äthyl, Jod, Wismut und die davon abgeleiteten Termini die englischen Schreibweisen Ethan, Ethyl, Iod und Bismut eingeführt worden. Früher war neben der alphabetischen auch noch eine Komplexitätsreihenfolge der Substituenten zugelassen; da insbesondere in der deutschsprachigen Literatur davon ausgiebig Gebrauch gemacht wurde, informiere man sich bei Bedarf in der diesbezüglichen Liste in Beilstein's Handbuch der Organischen Chemie, Ergänzungswerk 3, Band V/1, XXXVII–LII.



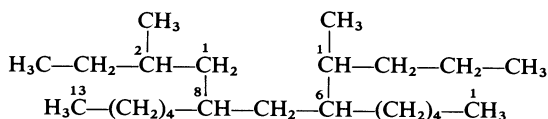
Bei den einfach verzweigten Kohlenwasserstoffen und ihren Radikalen werden die folgenden Trivialbezeichnungen beibehalten:



Liegen weiter verzweigte Seitenketten vor, so hat man zusätzlich zu beachten, daß die Seitenketten immer über ihre Position 1 an die Hauptkette zu knüpfen sind, daß ihre alphabetische Ordnung durch den ersten Buchstaben des kompletten substituierten Substituenten bestimmt wird und daß bei dann noch verbleibenden Wahlmöglichkeiten kleinere Ziffern innerhalb der Substituenten den Ausschlag geben.

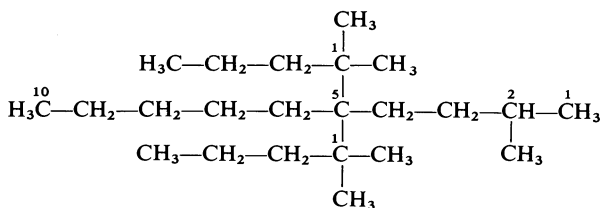


7-(1,2-Dimethylpentyl)-5-(isopropyl)-tridecan



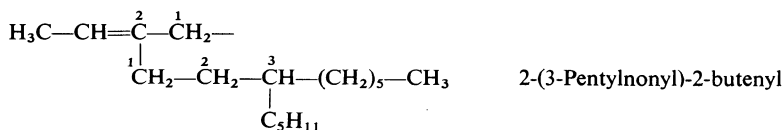
6-(1-Methylbutyl)-8-(2-methylbutyl)-tridecan

Identische Seitenketten werden durch die multiplizierenden Präfixe *di*, *tri*, *tetra*, *penta* usw. angezeigt. Liegen identisch weitersubstituierte identische Seitenketten vor, so verwendet man die Präfixe *bis*, *tris*, *tetrakis*, *pentakis* usw. (für die direkte Verknüpfung identischer Einheiten sind die Präfixe *bi*, *ter*, *quater*, *quinque*, *sexi*, *septi* usw. zu verwenden. Siehe nachfolgende Kapitel).



5,5-Bis-(1,1-dimethylbutyl)-2-methyldecan

Liegt ein solches komplexes Kohlenwasserstoff-System als Radikal vor, so muß der Radikalstelle wieder die Position 1 eingeräumt werden, erst dann werden die oben besprochenen Prioritätsregeln sinngemäß angewendet.



Mehrwertige Radikale

Mehrwertige Radikale acyclischer Kohlenwasserstoffe werden benannt, indem man dem Namen des einwertigen Radikals die Silben ... *iden* bzw. ... *idin* anhängt, sofern sich die freien Valenzen am gleichen C-Atom befinden. Mehrfaches Vorkommen dieser Strukturelemente wird durch Zahlen-Infixe berücksichtigt. Trivial bleibt hier *Methylen*, >CH_2 ; die Gruppe =CH— wird als *Methin*-Gruppe bezeichnet.

$\text{HC}\equiv$ Methylidin,

$\text{H}_2\text{C}=\text{C=}$ Vinyliden, $(\text{CH}_3)_2\text{C=}$ Isopropyliden,

$\equiv\text{C—CH}_2\text{—CH=}\overset{2}{\text{CH}}\text{—}\overset{1}{\text{C}}\equiv$ 2-Pentendiyldin,

$\overset{4}{\equiv\text{C}}\text{—}\overset{2}{\text{C}}\equiv\overset{1}{\text{C}}\text{—CH=}$ 2-Butin-1-yliden-4-ylidin,

$\text{—CH}_2\text{—CH—CH}_2\text{—}$
|
1,2,3-Propantriyli,

$\text{—}\overset{1}{\text{CH}_2}\text{—}\overset{2}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—CH}_2\text{—}\overset{4}{\text{CH}_2}\text{—}$ 1,4-Propandiyli-2-yliden.

Befindet sich je eine freie Valenz an den endständigen C-Atomen einer Kohlenwasserstoffkette, so spricht man von Trimethylen-, Tetramethylen- usw. Radikalen. Ungesättigte Radikale dieser Art werden benannt, indem man die Endsilbe ... *en* durch ... *enylene* ersetzt. Die Begriffe *Ethylen* $\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}$, *Propylen* $\text{H}_3\text{C—CH—CH}_2\text{—}$ und *Vinylen* —CH=CH— bleiben trivial.

$\text{—}\overset{1}{\text{CH}_2}\text{—}\overset{2}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}\text{—CH}_2\text{—}\overset{4}{\text{CH}_2}\text{—}$ 2-Methyl-1,4-tetramethylen

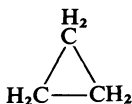
$\text{—}\overset{5}{\text{CH}_2}\text{—}\overset{4}{\underset{\text{C}_3\text{H}_7}{\text{CH}}}\text{—CH=}\overset{2}{\text{CH}}\text{—}\overset{1}{\text{CH}_2}\text{—}$ 4-Propyl-2-pentenylene

1.2. Cyclische Systeme

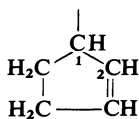
1.2.1. Cyclische Kohlenwasserstoff-Systeme

1.2.1.1. Monocyclische Kohlenwasserstoffe

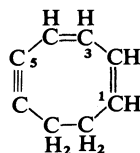
Zur Benennung gesättigter und ungesättigter monocyclischer Kohlenwasserstoffe und ihrer Radikale verfährt man wie bei den acyclischen Analoga, muß jedoch den Präfix *Cyclo* voranstellen. Einwertige Radikale erhalten wieder die Endung . . . *yl*, zweiwertige die Endung . . . *ylen* (an verschiedenen Kohlenstoffen) bzw. . . . *yliden* (am gleichen Kohlenstoff). Bei der Bezifferung haben Radikalpositionen den Vorrang, dann werden Doppel- und Dreifach-Bindungen zusammen, dann Doppelbindungen mit den kleinstmöglichen Ziffern belegt.



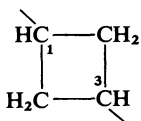
Cyclopropan



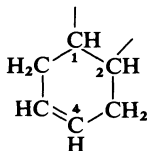
2-Cyclopentenyl



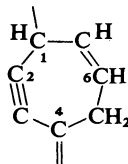
1,3-Cyclooctadien-5-in



1,3-Cyclobutyl

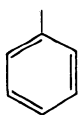


4-Cyclohexen-1,2-yl

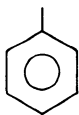
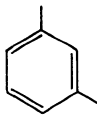


6-Cyclohepten-2-in-1-yl-4-yliden

Die Bezeichnungen *Benzol*, *Phenyl*- und *o,m,p-Phenylen* werden trivial beibehalten.



oder

*Phenyl**m-Phenylen*

1.2.1.2. Polycyclische Kohlenwasserstoffe

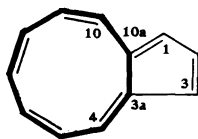
1.2.1.2.1. Kondensierte polycyclische Kohlenwasserstoffe

Die Nomenklatur dieser Verbindungen, in denen mindestens zwei weitgehend ungesättigte Ringe über mindestens zwei gemeinsame C-Atome miteinander verschmolzen⁴ sind, basiert auf einer Reihe von Trivialnamen, deren wichtigste nachfolgend in ansteigender Priorität aufgeführt sind. Die Systeme, die nur Benzoleinheiten umfassen, werden einschließlich ihrer Substitutionsprodukte generell als *Arene* oder Aromaten bezeichnet. Kondensierte Kohlenwasserstoff-Systeme, die fünf- und mehrgliedrige⁵ Ringe enthalten und für die kein Trivialname beibehalten wird, werden systematisch wie folgt benannt:

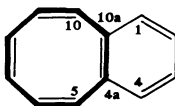
Die Komponente, die den größten Ring oder/und — sofern ein Trivial-System gemäß der Tabelle 1 vorliegt — die meisten Ringe aufweist, wird als *Basiskomponente* ausgewiesen. Alle übrigen Komponenten, die möglichst einfach sein sollen, werden in Form von Präfixen vorangestellt, indem ihre Endsilbe ... *en* in ... *eno* umgewandelt wird. Die folgenden abgekürzten Präfixe werden beibehalten:

<i>Acenaphtho</i>	von <i>Acenaphthylen</i>	<i>Naphtho</i>	von <i>Naphthalin</i>
<i>Anthra</i>	von <i>Anthracen</i>	<i>Perylo</i>	von <i>Perylen</i>
<i>Benzo</i>	von <i>Benzol</i>	<i>Phenanthro</i>	von <i>Phenanthren</i>

Monocyclische Präfixe werden mit Ausnahme von *Benzol* wie Cyclopenta, Cyclohepta usw. gehandhabt. Es sei darauf hingewiesen, daß die Endsilbe ... *en* bei kondensierten Polycyclen durchweg für die *maximale Zahl nichtkumulierter Doppelbindungen* steht!



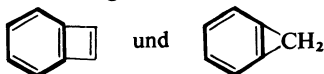
Cyclopentacyclononen
nicht: Cyclopentadieno-
cyclononatetraen



Benzocycloocten
nicht: Benzocyclooctatetraen

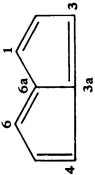
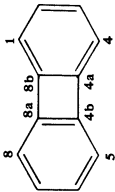
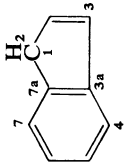
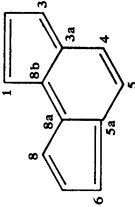
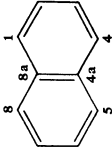
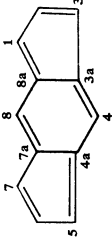
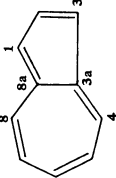
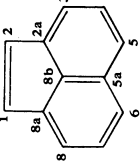
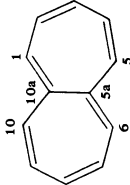
⁴ Deshalb heißen diese Verbindungen im Englischen fused hydrocarbons.

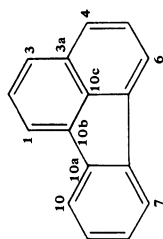
⁵ Diese Beschränkung ist willkürlich und unsinnig. Warum sollten die folgenden Verbindungen



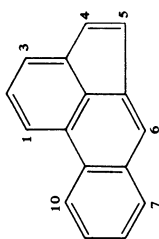
nicht als Cyclobutabenzol bzw. Cyclopropabenzol bezeichnet werden, entgegen der Literaturbezeichnung Benzocyclobuten bzw. Benzocyclopropen? (Siehe auch das Kapitel über verbrückte Kohlenwasserstoffe.)

Tabelle 1 Beibehaltene Trivialnamen für kondensierte Polycyclen in ansteigender Priorität

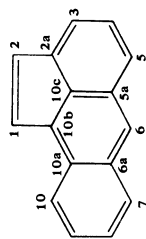
1 <i>Pentalen</i>			6 <i>Biphenylen</i>
2 <i>Inden</i>			7 <i>as-Indacen</i>
3 <i>Naphthalin</i>			8 <i>s-Indacen</i>
4 <i>Azulen</i>			9 <i>Acenaphthylene</i>
5 <i>Heptalen</i>			



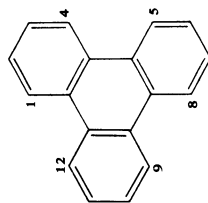
14 Fluoranthen



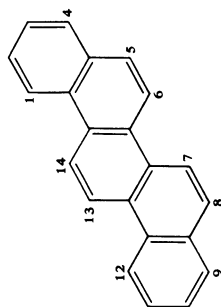
15 Acephenanthrylen



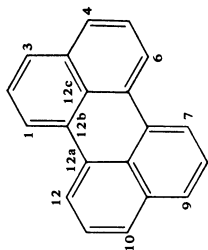
16 Aceanthrylen



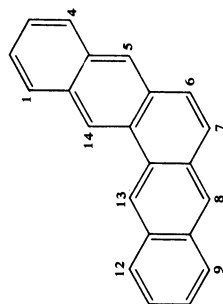
17 Triphenylen^b



22 Picen



23 Perylen

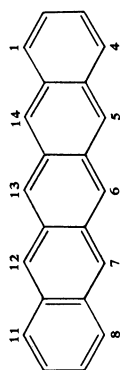
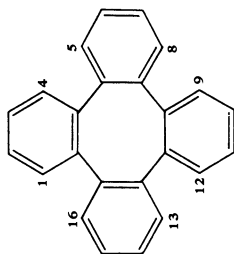
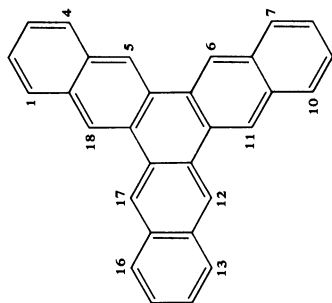
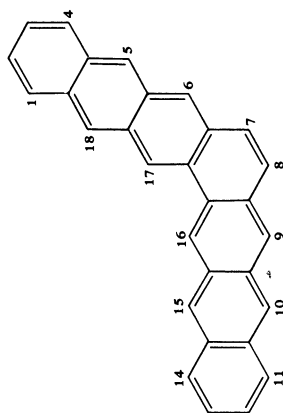
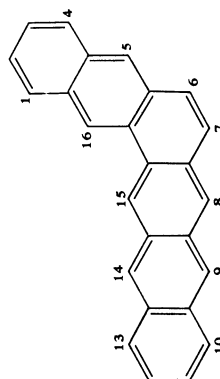


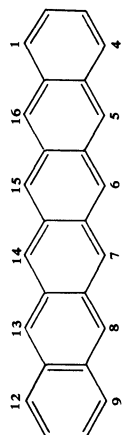
24 Pentaphen

^a Ausnahmen von der systematischen Bezifferung.

^b Müßte eigentlich Terphenylen bzw. Quaterphenylen heißen, da direkte Verknüpfung identischer Einheiten (hier o-Phenylen) normalerweise mit bi, ter, quater, usw. angezeigt wird.

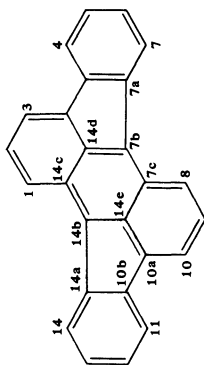
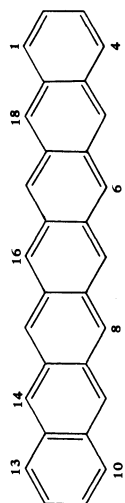
Tabelle 1 (Fortsetzung)

25 *Pentacen*26 *Tetraphenylen^b*31 *Trinaphthylen*32 *Heptaphen*27 *Hexaphen*



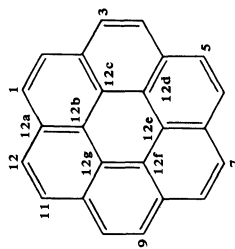
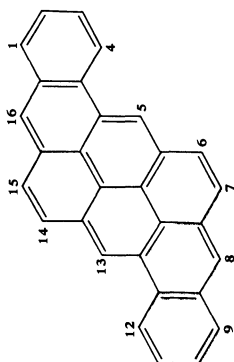
28 *Hexacen*

33 *Heptacen^c*



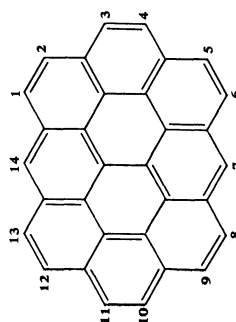
29 *Rubicen*

34 *Pyranthren*



30 *Coronen*

35 *Ovalen*

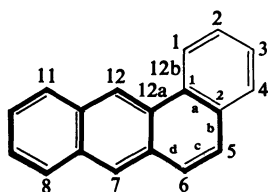


^c Kann sinngemäß weitergeführt werden: Octacen, Nonacen. . . .

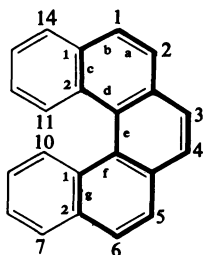
Grundsätzlich sind bei den kondensierten Systemen zahlreiche Isomere möglich, die durch geeignete *Chiffrierung* unterschieden werden müssen. Hierzu werden die Seiten der Basiskomponenten im Sinne der Positionenzählung 1, 2, 3, 4, ... mit den Buchstaben a, b, ... belegt. Für die zugeordneten *Sekundärkomponenten* wird die übliche Bezifferung beibehalten. Die Kombination der Teilstrukturen erfolgt dann derart, daß die *Verschmelzungspositionen* in eckigen Klammern dazwischen geschoben werden. Selbstverständlich wird hier wieder das Prinzip kleinster Chiffren beachtet (zuerst kleinste Buchstaben, dann kleinste Ziffern! Die *Ziffernabfolge* orientiert sich an der *Buchstabenabfolge*!); sind mehrere Sekundärkomponenten vorhanden, gilt, wie üblich, die alphabetische Reihenfolge.

Anmerkung:

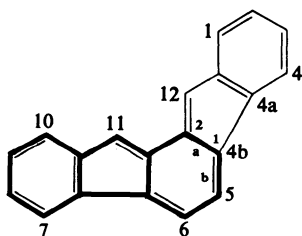
Zur Festlegung der richtigen Buchstaben- und Ziffernfolge ist es unbedingt notwendig auch für die einzelnen Komponenten eines komplexeren kondensierten Systems die für die endgültige Bezifferung des Gesamtsystems maßgeblichen *Orientierungsregeln* zu beachten (s.S. 20,21) wie sie auch bereits in Tabelle 1 verwendet worden sind. Die die Seiten bezeichnenden Buchstaben findet man oft kursiv gedruckt. Hier werden durchweg normale Schrifttypen verwendet.



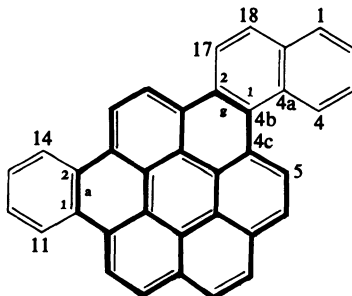
Benz[a]anthracen



Dibenzo[c,g]phenanthren
nicht: Naphtho[2,1-c]phenanthren

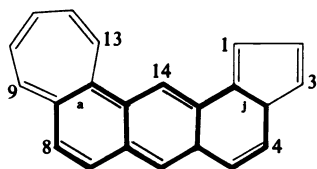


Indeno[2,1-a]fluoren

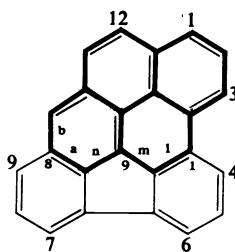
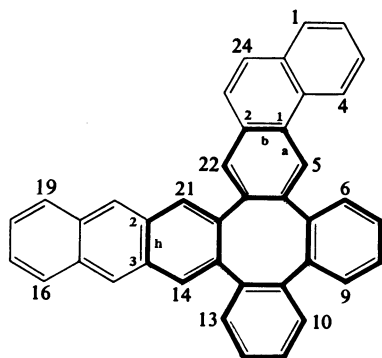


Benzo[a]naphtho[2,1-g]coronen

Da in beiden obigen Beispielen die Buchstabenabfolge im Uhrzeigersinn vorgegeben ist, die Ziffernfolge aber, um dem Prinzip kleinster Ziffern zu genügen, entgegengesetzt läuft, muß es ... [2,1-a bzw. -g] ... und nicht ... [1,2-a bzw. -g] ... heißen!

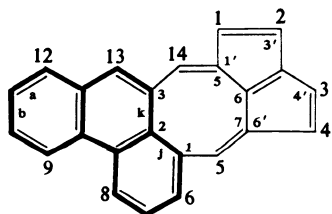


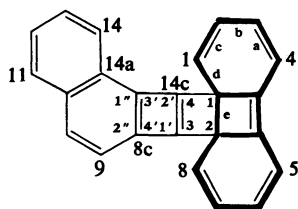
Cyclohepta[a]cyclopent[j]anthracen

Fluoreno[1,9,8-almn]pyren
(Verschmelzungspositionen wie 8a und 9a werden hier nicht genannt!)

Dinaphtho[1,2-b:2,3-h]tetraphenylen

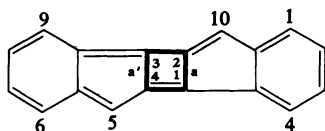
Bei komplexeren Systemen, bei denen eine *Tertiärkomponente* (oder gar *Quartärkomponente*) über die Sekundärkomponente an ein Basissystem kondensiert ist, wird die Tertiärkomponente mit markierten (primed) Ziffern in der eckigen Klammer angegeben.

Pentaleno[1',6':5,6,7]cycloocta[1,2,3-jk]-
phenanthren

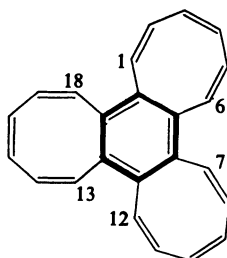


Naphtho[1'',2'':3',4']cyclobuta[1',2':3,4]-
cyclobuta[1,2-e]biphenylen

Kondensierte Systeme, bei denen eine zentrale Komponente mit zwei oder mehr *identischen peripheren ranghöheren Komponenten* verschmolzen ist, müssen wie folgt benannt werden:

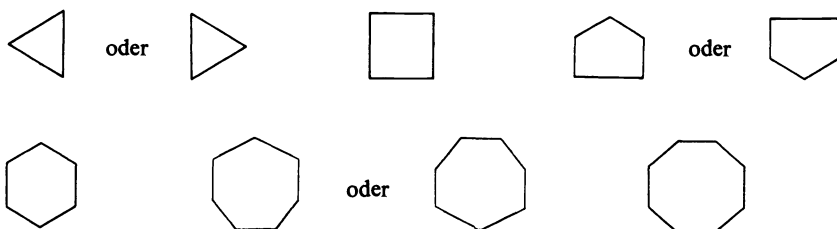


Cyclobuta[1,2-a:3,4-a']diinden



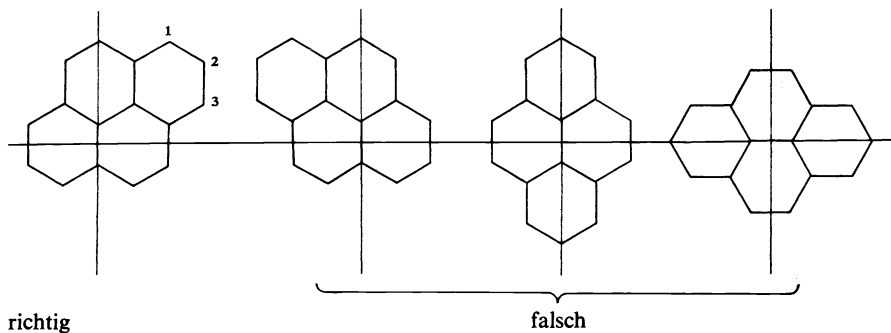
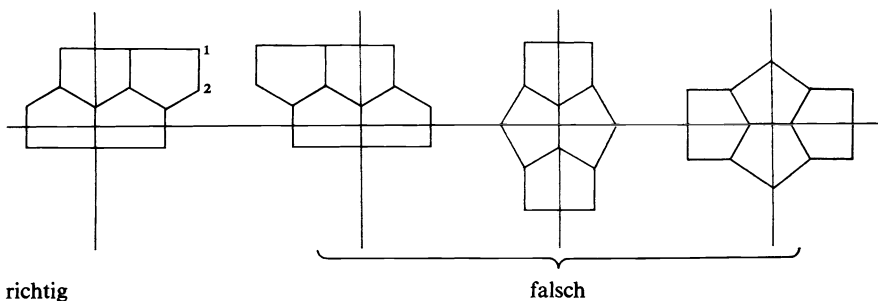
Benzo[1,2:3,4:5,6]triscycloocten

Erst wenn alle Teilkomponenten auf die eine oder andere Weise zusammengesetzt worden sind, kann die *endgültige Bezifferung* des Gesamtsystems erfolgen. Hierzu muß zunächst eine Vereinbarung über die *zeichnerische Wiedergabe* der verschiedenen Ring-Systeme getroffen werden:

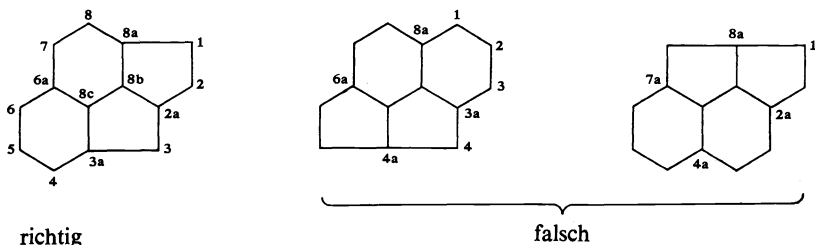


Nun orientiert man die Formeln so, daß

- möglichst viele Ringe auf einer horizontalen Achse liegen,
- möglichst viele Ringe rechts oberhalb dieser Achse liegen (vgl. vertikale Hilfsachse),
- möglichst wenig Ringe links unterhalb der horizontalen Achse liegen.

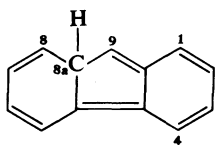


Die *Bezifferung* wird im *Uhrzeigersinn* vorgenommen und *beginnt am obersten, rechten Ring, an dessen linker Position* (die allerdings keine Verschmelzungsstelle sein darf). Kohlenstoffatome, die mehreren Ringen gemeinsam sind, werden indirekt durch Anfügen von a,b,c usw. an die Position des unmittelbar vorangehenden Kohlenstoffes beziffert. Wenn Wahlmöglichkeiten bestehen, sollen diese Verschmelzungspositionen möglichst klein beziffert werden. Innere Kohlenstoffatome werden von der höchstbezifferten Position fortlaufend mit a,b,c usw. im Uhrzeigersinn belegt. Alle bisherigen Beispiele und auch die Trivialnamen der Tabelle 1 (s. S. 13–17) sind bereits gemäß diesen Prinzipien beziffert. Ein weiteres charakteristisches Beispiel soll auf Fehlermöglichkeiten hinweisen:

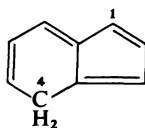


2,3,6,8 ist kleiner als 3,4,6,8 oder 2,4,7,8. *Merke*: nicht die Summe entscheidet, sondern die erstmögliche unterscheidbare Position.

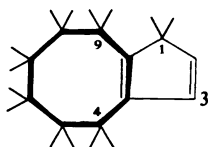
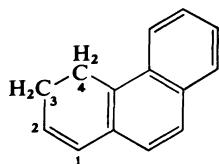
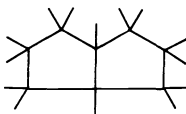
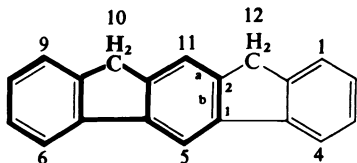
Befinden sich in einem kondensierten Kohlenwasserstoff gesättigte Positionen (>CH oder >CH_2 Gruppen), so müssen diese durch Ziffern angezeigt werden. Bei *einer* solchen Gruppe spricht man von *indiziertem H* (*kursive Schrifttype*), treten diese Positionen paarweise auf, werden die entsprechenden Verbindungen als *Di-*, *Tetra-* oder *Perhydro-Derivate* betrachtet. Sind die oben besprochenen Selektionsregeln erschöpft, müssen die hydrierten Positionen kleinstmöglich beziffert werden, wobei der indizierte Wasserstoff den Vorrang hat und auch direkt dem Kohlenwasserstoff-Namen vorangestellt wird.



8aH-Fluoren

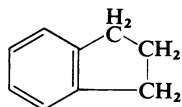


4H-Inden

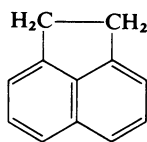
4,5,6,7,8,9-Hexahydro-
1H-cyclopentacycloocten3,4-Dihydrophenanthren
(Ausnahme-Bezifferung)Perhydropentalen
(Hier und in ähnlichen Fällen
sollen die exocyclischen Striche
Sättigung charakterisieren)

10H,12H-Indeno[2,1-b]fluoren oder: 10,12-Dihydroindeno[2,1-b]fluoren

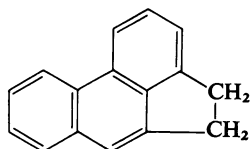
Für hydrierte kondensierte Kohlenwasserstoffe werden unter anderen die folgenden Trivialbezeichnungen beibehalten.



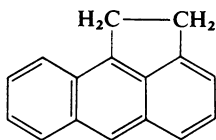
Indan



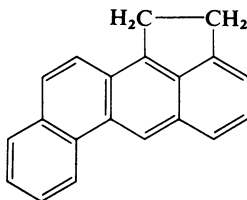
Acenaphthen



Acephenanthren



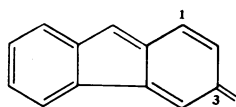
Aceanthren



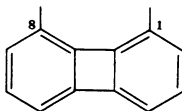
Cholanthren

Die Benennung der von den kondensierten Kohlenwasserstoffen abgeleiteten *Radikale* erfolgt, wie mehrfach beschrieben, durch Anfügen der Silben *yl* bei einwertigen Radikalen, *yliden* bei zwei freien Valenzen am gleichen C-Atom und *ylen* bei zwei freien Valenzen an verschiedenen C-Atomen.

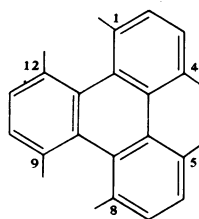
Mehr als zwei freie Valenzen werden mit ... *triyl*, ... *tetrayl* usw. angezeigt. Die abgekürzten Termini *Naphthyl*-, *Anthryl*- und *Phenanthryl*- werden beibehalten. Die Bezifferung erfolgt im Rahmen der Kohlenwasserstoff-Bezifferung so, daß die Radikalstellen die kleinsten Nummern erhalten.



3-Fluorenyliden



1,8-Biphenylylen



1,4,5,8,9,12-Triphenylen-hexa-yl

(Hier und in ähnlichen Fällen stehen die exocyclischen Striche für freie Valenzen)

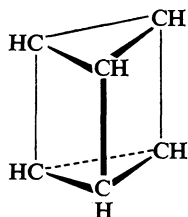
1.2.1.2.2. Verbrückte polycyclische Kohlenwasserstoffe

Gesättigte cyclische Kohlenwasserstoffe mit zwei oder mehr Ringen, in denen mindestens zwei Ringe wenigstens zwei gemeinsame Kohlenstoff-

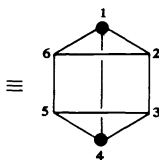
atome aufweisen, werden als *Bi-, Tri-, Tetra- ...*⁶ usw. -cycloalkane bezeichnet. Die Anzahl der Ringe ergibt sich hierbei leicht aus der Zahl der C—C-Spaltungen, die notwendig sind, um eine offenkettige Verbindung zu erhalten.

Zur Festlegung des Verbindungsnamens geht man wie folgt vor:

- Man überführt das eventuell dreidimensionale Formelbild in eine geeignete *planare Darstellung*.
- Man fixiert denjenigen Ring als *Hauptring*, der die meisten C-Atome enthält.
- Die längstmögliche Kohlenstoffkette, die zwei C-Atome des aus zwei Zweigen bestehenden Hauptringes miteinander verbindet wird als *Hauptbrücke* festgelegt, die entsprechenden Verknüpfungsstellen heißen *Brückenköpfe*.
- Bei der Zusammensetzung des Namens wird nach dem Begriff *cyclo* in eckigen Klammern die Anzahl der C-Atome der beiden *Zweige des Hauptringes*, der Hauptbrücke und eventuell vorhandener *Sekundärbrücken* in absteigender Reihenfolge gegeben.
- Die Bezifferung beginnt an einem Brückenkopf und läuft auf dem längsten Wege (Hauptring) dahin zurück. Dann folgen die (möglichst große) Hauptbrücke, die den Hauptring *möglichst symmetrisch teilen soll* und die Sekundärbrücken. Die Brückenköpfe der Sekundärbrücken müssen durch Superscripte angegeben werden, die man natürlich im Rahmen der vorstehenden Regeln wieder möglichst klein wählt.

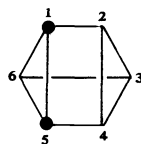


Prisman:



Tetracyclo[2.2.0.0^{2,6}.0^{3,5}]-
hexan
richtig

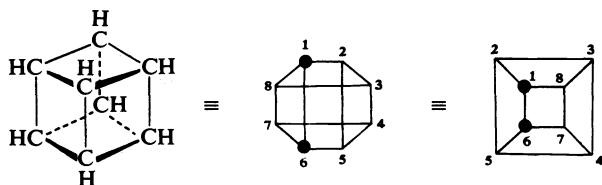
≡



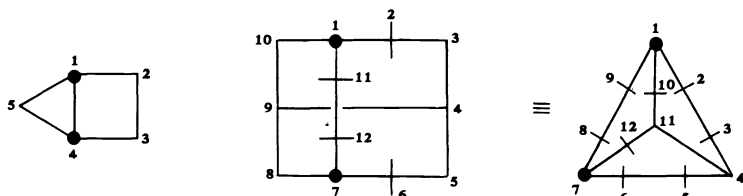
Tetracyclo[3.1.0.0^{2,4}.0^{3,6}]-
hexan
falsch

Symmetrische Teilung des Hauptringes

⁶ Hier werden übrigens unkonsequenterweise zwei Zahlsilben-Reihen miteinander vermischt: di tri tetra ...
bi ter quater ...



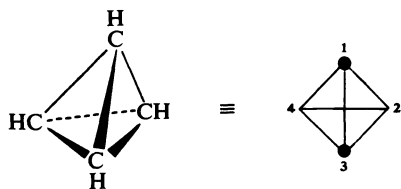
Cuban: Pentacyclo[4.2.0.0^{2,5}.0^{3,8}.0^{4,7}]octan



Bicyclo[2.1.0]pentan

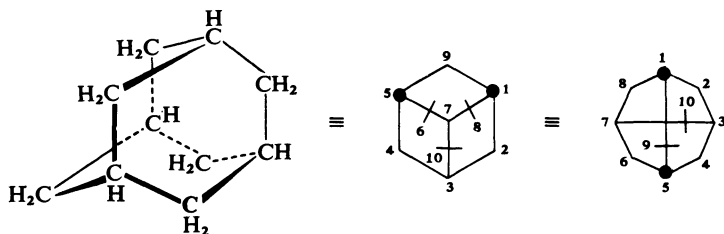
Tricyclo[5.3.2.0^{4,9}]dodecan
richtig

...[5.2.3.0^{4,11}]...
falsch



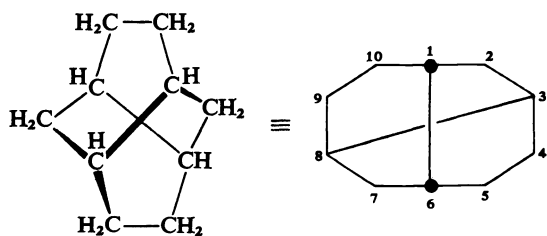
Tetrahedran

Tricyclo[1.1.0.0^{2,4}]butan



Adamantan

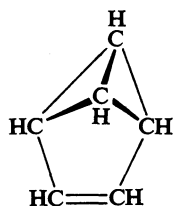
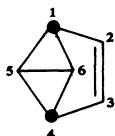
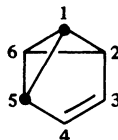
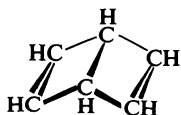
Tricyclo[3.3.1.1^{3,7}]decan



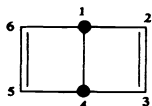
Twistan

Tricyclo[4.4.0.0^{3,8}]decan

Bei der Einführung von Mehrfachbindungen, insbesondere von mehreren Doppelbindungen in derartige Systeme sieht man sich rasch Grenzsituationen konfrontiert, die gegebenenfalls die Anwendung einer anderen Bezeichnungsweise vernünftiger erscheinen lassen. Während die folgenden Verbindungen, beides Valenzisomere des *Benzols* (wie oben *Prisman*), klar und eindeutig bezeichnenbar sind,

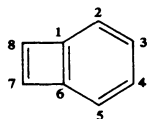
*Benzvalen*Tricyclo[2.1.1.0^{5,6}]hex-2-en
falschTricyclo[3.1.0.0^{2,6}]hex-3-en
richtig*Dewarbenzol*

≡

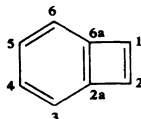
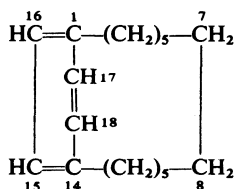


Bicyclo[2.2.0]hexa-2,5-dien

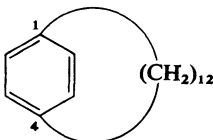
empfiehlt es sich bei den Verbindungen, die intakte benzoide Gerüste aufweisen, die Nomenklatur für kondensierte Polycyclen bzw. für seitenkettentragende Stammsysteme zu verwenden.



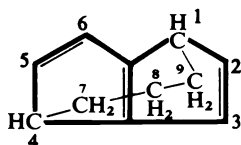
Bicyclo[4.2.0]octatetraen

besser: Cyclobutabenzol
(bzw. inkonsequenterweise Benzocyclobuten)Bicyclo[12.2.2]octadeca-
14,16,17-trien

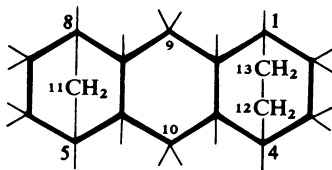
≡

besser: 1,4-Dodecamethylenbenzol
oder 1,4-Dodecanobenzol (s. unten)

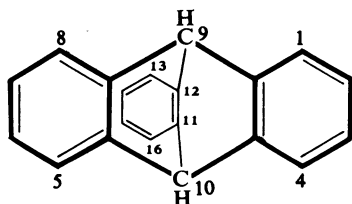
Vollends verzichtet man auf die obige Bezeichnungsweise bei mehr oder weniger ausgedehnten kondensierten Systemen, die zusätzliche Brücken aufweisen. Hier werden die Brücken als Vorsilben dem Stammsystem vorangestellt (alphabetische Reihenfolge!), indem man die entsprechenden Kohlenwasserstoffnamen . . . *an*, . . . *en* etc. zu . . . *ano*-, . . . *eno*- abwandelt. Die Brückenköpfe werden in Form möglichst kleiner Ziffern beigegeben, die Brückenglieder fortlaufend vom höchstbezeichneten Brückenkopf gezählt.



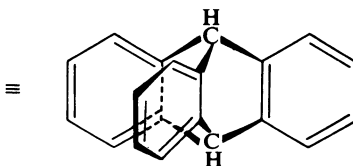
1,4-Dihydro-1,4-propanopentalen



Perhydro-1,4-ethano-5,8-methano-anthracen

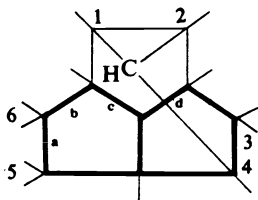


9,10-Dihydro-9,10-o-benzoanthracen



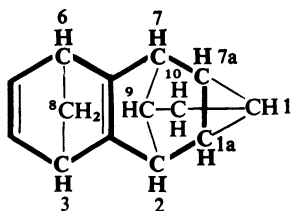
Triptycen

Die dreiwertige $\text{HC} \equiv$ Brücke wird als Metheno-Brücke eingeführt.

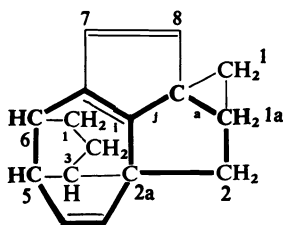


Perhydro-1,2,4-methenocyclopenta[cd]pentalen

Andere mehrwertige Brücken werden ähnlich wie die zugehörigen Radikale gehandhabt (gemäß Ring Index).



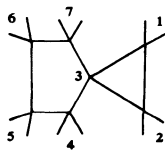
1a,2,3,6,7,7a-Hexahydro-1,2,7-[1]ethanyl[2]yliden-
3,6-methano-1H-cyclopropa[b]naphthalin



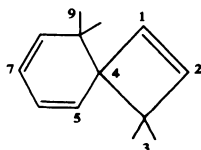
1a,2,5,6-Tetrahydro-6,2a,5-[1]propanyl[3]yliden-
1H-cyclopenta[ij]cycloprop[a]azulen

1.2.1.2.3. Spiro-Kohlenwasserstoffe

Eine *Spiro-Verknüpfung* liegt vor, wenn zwei Ringe über ein einziges (Kohlenstoff)-Zentrum miteinander verbunden sind. Monospirocyclen, die nur zwei aliphatische Ringe aufweisen, erhalten den Namen des entsprechenden acyclischen Systems, dem der Term *Spiro* gefolgt von den Summen der an das Spiroatom gebundenen C-Atome vorangestellt wird. Inkonsequenterweise wird hier, entgegen den Regeln bei verbrückten Polycyclen, zuerst der kleinere Zweig genannt. Eventuell vorhandene Mehrfachbindungen werden wieder mit kleinsten Ziffern belegt.



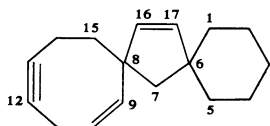
Spiro[2.4]heptan



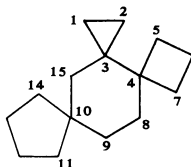
Spiro[3.5]nona-1,5,7-trien

Polyspiroverbindungen dieser Art werden als *Dispiro-*, *Trispiro-* usw. -Kohlenwasserstoffe benannt; in der eckigen Klammer werden die Summen

der C-Atome zwischen den *Spirozentren* angegeben, beginnend mit dem kleinstmöglichen Ring. Die Gesamtbezeichnung erfolgt so, daß die Spiro-atome die kleinstmöglichen Ziffern erhalten, wenn man mit der Zählung an einem dem Spiroatom benachbarten C-Atom des kleineren Außenrings beginnt.

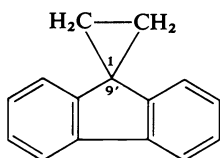


Dispiro[5.1.7.2]heptadeca-9,16-dien-12-in

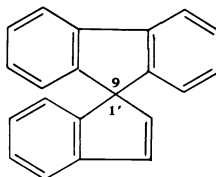


Trispiro[2.0.3.2.4.1]pentadecan

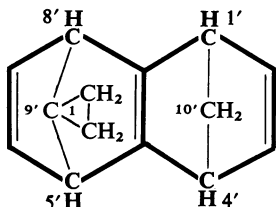
Bei Spiroverbindungen, die mindestens ein kondensiertes Kohlenwasserstoff-System enthalten, werden die einzelnen Komponenten in alphabetischer Reihenfolge mit ihrer individuellen Numerierung in eckige Klammern gesetzt. Die Spiropositionen erhalten wieder kleinstmögliche Ziffern, welche zwischen die einzelnen Komponenten gesetzt werden.



Spiro[cyclopropan-1,9'-fluoren]



Spiro[fluoren-9,1'-inden]

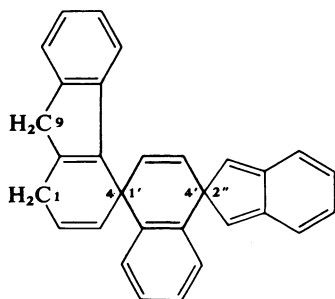


Spiro[cyclopropan-1,9'-[1,4,5,8]tetrahydro[1,4:5,8]dimethanonaphthalin]

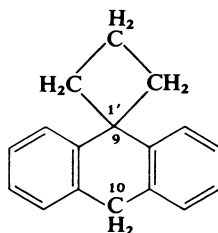
Für komplexere Systeme, insbesondere für solche mit *indiziertem H*, sind einige zusätzliche Regeln notwendig, die zwar von Ring Index und Chemical Abstracts konsequent angewendet werden, aber in den offiziellen IUPAC-Regeln nur undeutlich zum Ausdruck kommen. Diese sollen daher hier kurz erläutert werden:

Besitzt ein in einer Spiroverbindung auftretendes Teilsystem bereits einen *indizierten Wasserstoff*, so wird dieser vor dem entsprechenden Teilnamen,

evtl. in eckigen Klammern, aufgeführt. Muß man, um überhaupt eine Spiroverknüpfung realisieren zu können, erst eine formale (Di)-Hydrierung durchführen, wird der zusätzliche indizierte Wasserstoff direkt hinter der die Spiroverknüpfung betreffenden Ziffer in runde Klammern gesetzt. Beide Regeln können nebeneinander gültig sein.

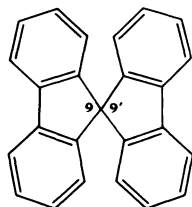


Dispiro[9*H*-fluoren-4(1*H*), 1'(4'*H*)-naphthalin-4', 2''-[2*H*]inden]



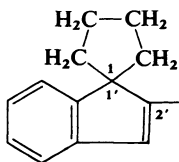
Spiro[anthracen-9(10*H*), 1'-cyclobutan]

Ist ein Spirosystem aus zwei identischen kondensierten Einheiten zusammengesetzt, werden die Verknüpfungspositionen mit dem Begriff *Spirobi* . . . dem Namen der Teilsysteme vorangestellt.



9,9'-Spirobifluoren
(evtl. auch Bis-2.2'-biphenylylenmethan)

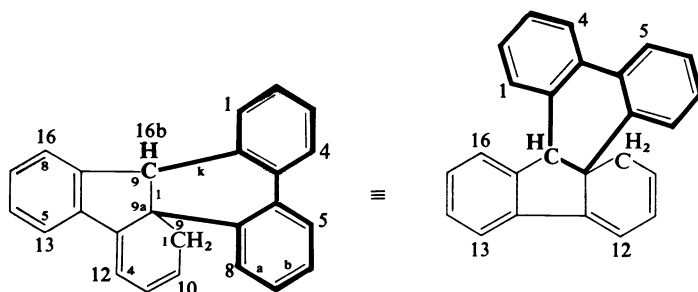
Radikale dieser Systeme werden wieder, wie schon mehrfach beschrieben, bezeichnet.



Spiro[cyclopentan-1, 1'-inden]-2'-yl

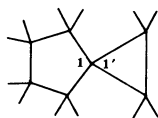
Anmerkung:

Spirosysteme, in denen das Spiroatom gleichzeitig noch einem dritten Ring angehört — wo also *keine freie Spiroverknüpfung* vorliegt — werden nicht wie Spiroverbindungen, sondern wie kondensierte Polycyclen behandelt.

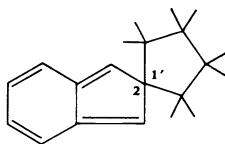


9H,16bH-Fluoreno[9,9a-1]phenanthren

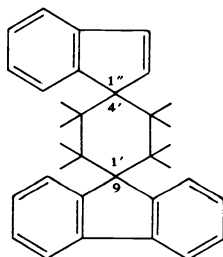
Die Prinzipien einer alternativen Bezeichnungsweise für Spiroverbindungen, die aber weder in Chemical Abstracts (C.A.) noch im Ring Index (R.I.) Verwendung findet, gehen aus den folgenden Beispielen hervor. Hier wird die größere bzw. komplexere Komponente gefolgt von der Silbe *-spiro-*, die man zwischen die entsprechenden Verknüpfungspositionen setzt. Die weniger komplexe Komponente schließt dann den Namen ab.



Cyclopentanspirocyclopropan



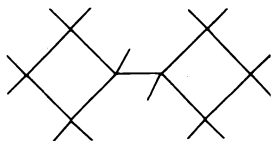
2H-Inden-2-spiro-1'-cyclopentan



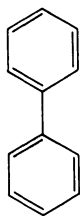
Fluoren-9-spiro-1'-cyclohexan-4'-spiro-1''-inden

1.2.1.2.4. Kohlenwasserstoff-Ringsysteme, die über Einfach- oder Doppelbindungen miteinander verknüpft sind

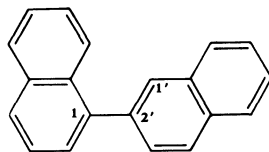
Sind zwei *identische* Kohlenwasserstoffcyclen durch Einfach- oder Doppelbindungen miteinander verknüpft, spricht man von *Bi- . . . yl*-Derivaten. Alternativ kann man hier auch den Präfix *Bi . . .* vor den *Kohlenwasserstoffnamen* setzen.



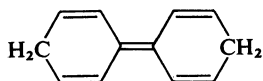
Bi-cyclobutyl
(Bi-cyclobutan)



Biphenyl

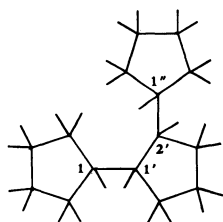


1,2'-Binaphthyl
(1,2'-Binaphthalin)

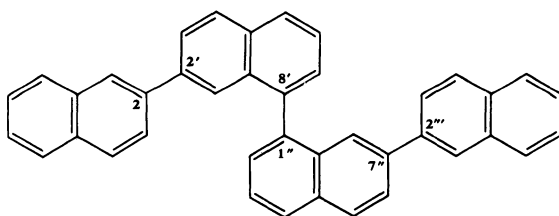


Bi-2,5-cyclohexadien-1-yliden

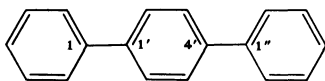
Bei drei oder mehr identischen Cyclen setzt man die multiplizierenden Präfixe *Ter . . .*, *Quater . . .*, *Quinque . . .*, *Sexi . . .*, *Septi . . .*, *Octi . . .*, *Novi . . .* vor den Kohlenwasserstoff- (und nicht vor den Radikal-) Namen. Ausgenommen hiervon sind die Polyphenyle.



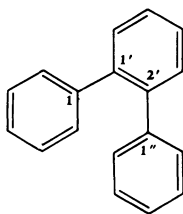
1,1':2',1''-Tercyclopentan



2,2':8',1'':7'',2'''-Quaternaphthalin

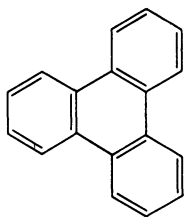


p-Terphenyl
(1,1':4',1''-Terphenyl)



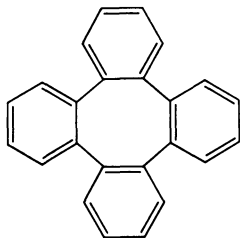
o-Terphenyl
(1,1':2',1''-Terphenyl)

In diesem Zusammenhang muß nochmals auf die Inkonsequenz hingewiesen werden, die folgenden Verbindungen als *Tri*-, *Tetra*- und *Hexa*-phenylen und nicht als *Ter*-, *Quater*- und *Sexiphenylen* zu bezeichnen.

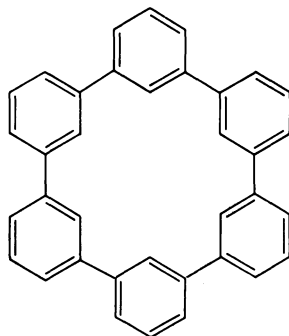


Triphenylen

Exakter:
Terphenylen



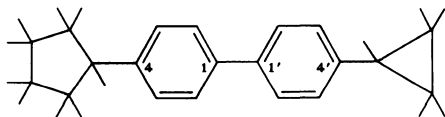
Tetraphenylen
Quaterphenylen



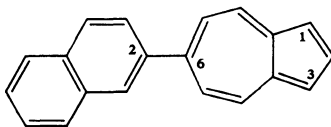
Hexa-m-phenylen
Sexi-m-phenylen

Sind *nicht identische* Ringsysteme über Einfach- oder Doppelbindungen miteinander verknüpft, so wird ein System als Stammsystem, das andere als Substituent betrachtet. Die Wahl des Stammsystems richtet sich in abnehmender Priorität:

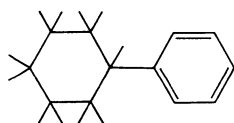
- nach der Anzahl der Ringe
- nach dem größten vorhandenen Ring
- nach dem höchsten Grade der Unsattigung
- nach der Liste der beibehaltenen Trivialnamen (s. Tabelle 1, S. 13–17)



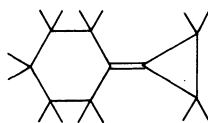
4-Cyclopentyl-4'-cyclopropyl-biphenyl



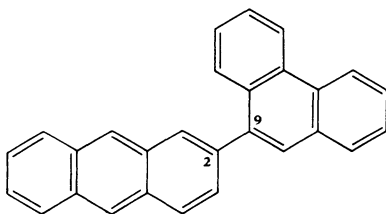
6-(2-Naphthyl)-azulen



Cyclohexylbenzol

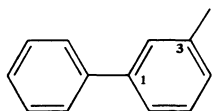


Cyclopropylidencyclohexan

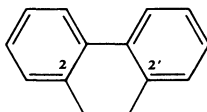


2-(9-Phenanthryl)-anthracen

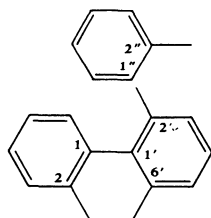
Radikale der in diesem Kapitel behandelten Ringsysteme werden wie üblich benannt:



3-Biphenylyl



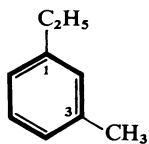
2,2'-Biphenylylen



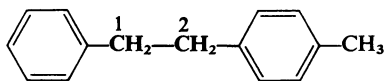
o-Terphenyl-2,6',2''-triyl

1.2.1.2.5. Cyclische Kohlenwasserstoffe mit Seitenketten

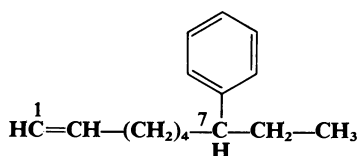
Cyclische Kohlenwasserstoffe, die mit acyclischen Kohlenwasserstoffketten substituiert sind, können grundsätzlich als *kettensubstituierte Ringsysteme* oder als *ringsubstituierte Ketten* behandelt werden. Im allgemeinen verfährt man so, daß man möglichst viele Substitutionen an einer Einheit vornimmt oder die kleinere Einheit als Substituent der größeren betrachtet.



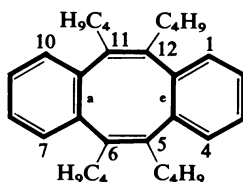
1-Ethyl-3-methylbenzol



1-Phenyl-2-(p-tolyl)-ethan

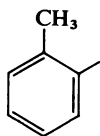
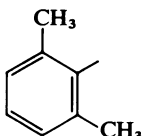
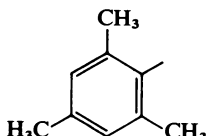
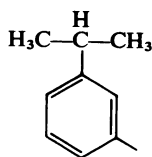
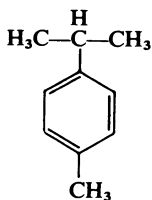


7-Phenyl-nonen

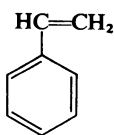


5,6,11,12-Tetrabutyl-dibenzo[a,e]cycloocten

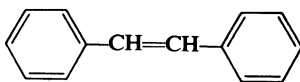
Bei vielen aromatischen Vertretern dieser Reihe werden Trivialnamen beibehalten, die im folgenden zusammen mit den entsprechenden Radikalnamen aufgeführt sind.

Toluol
o-Tolylo,m,p-Xylol
2,6-XylylMesitylen
MesitylCumol
m-Cum(en)yl

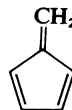
o,m,p-Cymol



Styrol

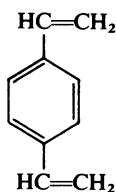
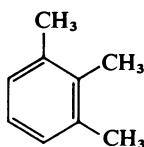
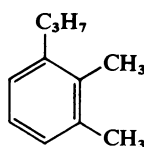


Stilben



Fulven

Sind diese Trivialsysteme allerdings mit identischen Gruppen weiter-substituiert, so werden sie als substituierte Benzole behandelt.

1,4-Divinylbenzol
oder p-Divinylbenzol
nicht p-Vinylstyrol1,2,3-Trimethylbenzol
nicht Methylxylol
nicht Dimethyltoluol1,2-Dimethyl-3-propyl-
benzol
(oder 3-Propyl-o-xylol)

Neben den bereits genannten Trivialbegriffen werden bei den Seitenketten-Aromaten noch einige spezielle Radikalnamen beibehalten.

<i>Benzyl</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\overset{\alpha}{\text{CH}_2}-$	<i>Benzhydryl</i>	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\overset{\alpha}{\text{CH}}-$
<i>Phenethyl</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\overset{\beta}{\text{CH}_2}-\overset{\alpha}{\text{CH}_2}-$	<i>Styryl</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\overset{\beta}{\text{CH}}=\overset{\alpha}{\text{CH}}-$
<i>Trityl</i>	$(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{C}-$	<i>Cinnamyl</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\overset{\gamma}{\text{CH}}=\overset{\beta}{\text{CH}}-\overset{\alpha}{\text{CH}_2}-$

Mehrwertige Radikale werden davon wie üblich abgeleitet.



1.2.2. Heterocyclische Systeme

1.2.2.1. Trivialnamen

Die Heterocyclen-Nomenklatur ist aus zwei Gründen besonders komplex. Erstens einmal werden in den IUPAC-Regeln⁷ zwei alternative Nomenklaturtypen vorgeschlagen, die sowohl von Chemical Abstracts als auch vom Ring Index⁸ in der Anwendung nicht sehr deutlich voneinander abgegrenzt sind. Zum zweiten behält man in der Heterocyclen-Reihe viel mehr als anderswo Trivialnamen bei. Eine ausgewählte Liste der Trivialbegriffe, die insbesondere auch als Stammsysteme bei der Bezeichnung komplizierterer, kondensierter Heterocyclen Verwendung finden, ist im folgenden angegeben (Tabellen 2, 3). Die entsprechenden Radikale werden in der Regel durch Anfügen der Silbe . . . *yl* an den Verbindungsamen gebildet. Ausnahmen sind gesondert angegeben. Die Bezifferung erfolgt im Rahmen der Bezifferung entsprechender Kohlenwasserstoff-Systeme so, daß die *Heteroatome die kleinstmöglichen Ziffern* erhalten. Im Gegensatz zu kondensierten Kohlenwasserstoffen werden die Heteroatome, auch wenn sie sich an Verschmelzungspositionen befinden (d.h. zwei Ringen gemeinsam angehören) fortlaufend (nicht mit a,b usw.) numeriert.

Die Trivialnamen der Tabelle 3 werden zwar für die angegebenen Verbindungen beibehalten, aber nicht für die Verwendung in kondensierten — wohl aber in spirocyclischen — Systemen empfohlen.

Alle monocyclischen Heterosysteme, die nicht in einer Trivial-Benennung beibehalten werden, können grundsätzlich auf zwei Weisen benannt

⁷ und ⁸ siehe Fußnoten Seite 4.

Tabelle 2 Die wichtigsten Heterocyclen, für die Trivialnamen beibehalten werden^a

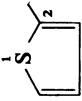
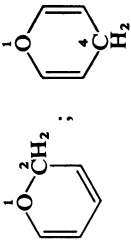
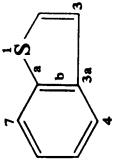
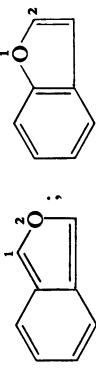
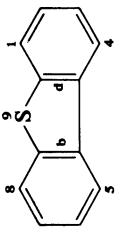
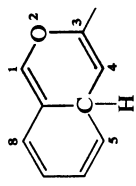
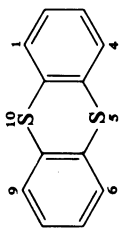
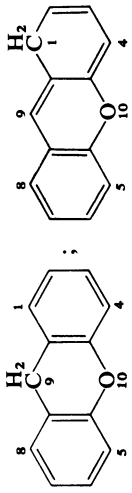
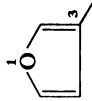
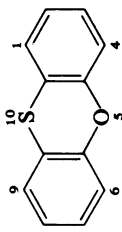

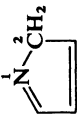
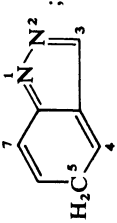
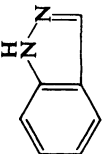

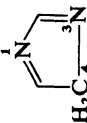
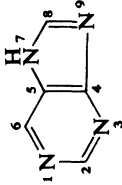
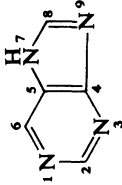
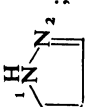
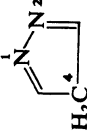
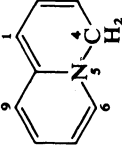
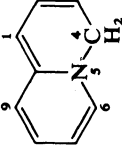


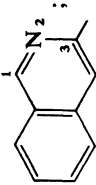
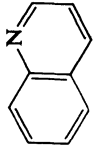


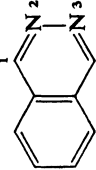
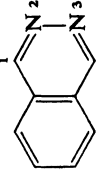
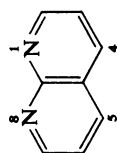
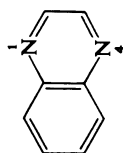
<p>Thiophen (2-Thienyl)</p> 	<p>2H-Pyran 4H-Pyran</p> 
<p>Benzo[b]thiophen</p> 	<p>Isobenzofuran Benzo[furan]</p> 
<p>Dibenzo[b,d]thiophen</p> 	<p>4aH-Isochromen (4aH-Isochromen-3-yl)</p> 
<p>Thianthren</p> 	<p>Xanthen^b 1H-Xanthen^b</p> 
<p>Furan (3-Furyl)</p> 	<p>Phenoxathiin</p> 

Tabelle 2 (Fortsetzung)

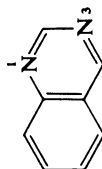
<p><i>Pyrrrol</i> 2<i>H</i>-<i>Pyrrrol</i></p> 		<p>5<i>H</i>-<i>Indazol</i> <i>Indazol</i></p> 	
<p><i>Imidazol</i> 4<i>H</i>-<i>Imidazol</i></p> 		<p><i>Purin</i>^b</p> 	
<p><i>Pyrazol</i> 4<i>H</i>-<i>Pyrazol</i></p> 		<p>4<i>H</i>-<i>Chinolizin</i>^c</p> 	
<p><i>Pyridin</i> (4-<i>Pyridyl</i>)</p> 		<p><i>Isochinolin</i>^c (3-<i>Isochinolyl</i>) <i>Chinolin</i>^c</p> 	
<p><i>Pyrazin</i></p> 		<p><i>Phthalazin</i></p> 	



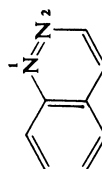
1,8-Naphthyridin



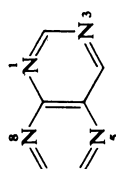
Chinoxalin^c



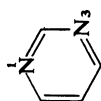
Chinazolin^c



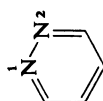
Cinnolin



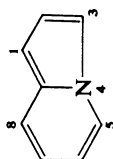
Pteridin



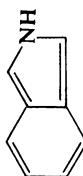
Pyrimidin



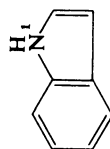
Pyridazin



Indolizin

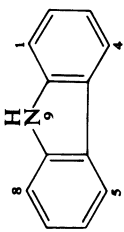
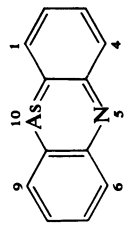
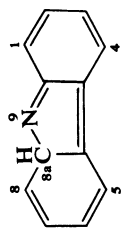
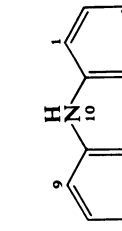
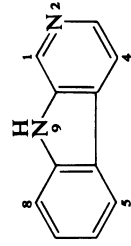
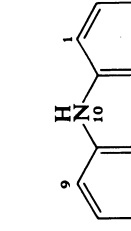
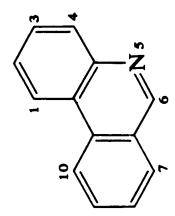
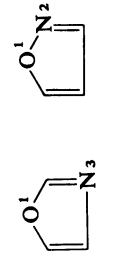


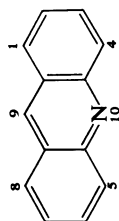
3aH-Isoindol
Isoindol



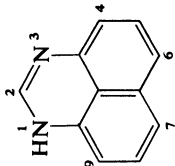
3aH-Indol
Indol

Tabelle 2 (Fortsetzung)

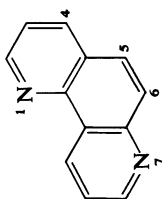
<i>Carbazol</i> ^b		<i>Phenarsazin</i>	
<i>8aH-Carbazol</i> ^b		<i>Phenothiazin</i>	
<i>β-Carbolin</i>		<i>Phenoxazin</i>	
<i>Phenanthridin</i>		<i>Oxazol</i> <i>Isoxazol</i>	



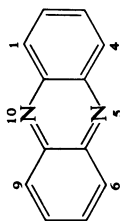
Acridin^b



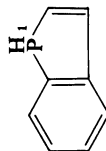
Perimidin



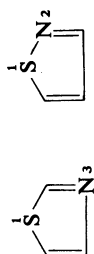
1,7-Phenanthrolin



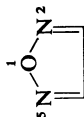
Phenazin



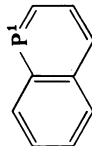
Phosphindol



Thiazol
Isothiazol



Furazan



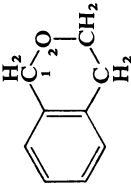
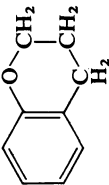
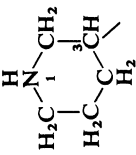
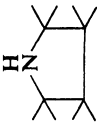
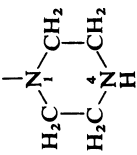
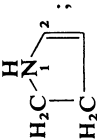
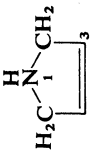
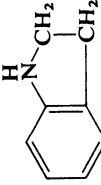
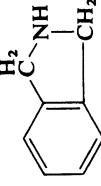
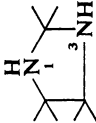
Phosphinolin

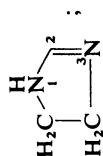
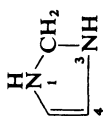
^a Weitere Trivialnamen, die gegebenenfalls beizubehalten sind, findet man im Ring Index.

^b Ausnahmen von der systematischen Bezifferung.

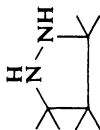
^c Im Englischen beginnen diese Verbindungen mit Qu. . . .

Tabelle 3 Trivialnamen hydrierter Heterocyclen

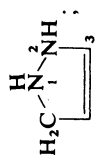
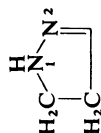
<p><i>Isochroman</i> <i>Chroman</i></p>  	<p><i>Piperidin</i> (3-Piperidyl)^a</p> 
<p><i>Pyrrolidin</i></p> 	<p><i>Piperazin</i> (1-Piperazinyl)</p> 
<p><i>2-Pyrrolin</i> <i>3-Pyrrolin</i></p>  	<p><i>Indolin</i> <i>Isoindolin</i></p>  
<p><i>Imidazolidin</i></p> 	



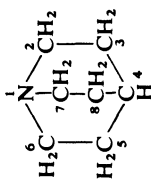
2-Imidazolin
4-Imidazolin



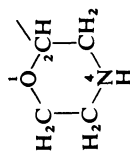
Pyrazolidin



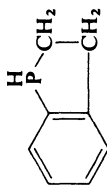
3-Pyrazolin
2-Pyrazolin



Chinuclidin^b



Morpholin
(2-Morpholiny)^c



Phosphindolin

^a 1-Piperidyl = Piperidino.

^b Englisch: *Quinuclidin*.

^c 4-Morpholiny = Morpholino.

werden. Die Prinzipien, nach denen die genannten Referatorgane die eine oder andere Möglichkeit anwenden, sind nicht klar ersichtlich und können daher nur angenähert wiedergegeben werden.

1.2.2.2. Ersetzungsnomenklatur (sog. „a“-Nomenklatur)

Das einfachste Verfahren, heterocyclische Verbindungen zu benennen, bietet die sogenannte Ersetzungsnomenklatur, auch „a“-Nomenklatur genannt. Hierbei wird der Name des zugrunde liegenden Kohlenwasserstoffs durch vorangestellte „a“-Terme der vorhandenen Heteroatome ergänzt. In der folgenden Tabelle 4 sind die häufigsten in Heterocyclen auftretenden Elemente mit ihren gewöhnlichen Wertigkeiten (Bindungszahlen) und den entsprechenden „a“-Termen mit abfallender Priorität zusammengestellt. Andere Wertigkeiten (Bindungszahlen) wurden bisher

Tabelle 4 „a“-Terme für Heteroatome in abfallender Priorität

Element	„a“-Term	Element	„a“-Term
$-I<$, $-I^{\oplus}$	Ioda, Iodonia	$-Bi<$, $>Bi^{\oplus}<$	Bismuta, Bismutonia
$-O-$, $-O^{\oplus}<$	Oxa, Oxonia	$-Si-$	Sila
$-S-$, $-S^{\oplus}<$	Thia, Thionia	$-Ge-$	Germa
$-Se-$, $-Se^{\oplus}<$	Selena, Selenonia	$-Sn-$	Stanna
$-Te-$, $-Te^{\oplus}<$	Tellura, Telluronia	$-Pb-$	Plumba
$-N<$, $>N^{\oplus}<$	Aza, Azonia	$-B<$, $>B^{\ominus}<$	Bora, Borato
$-P<$, $>P^{\oplus}<$	Phospha, Phosponia	$-Al<$	Alumina
$-As<$, $>As^{\oplus}<$	Arsa, Arsonia	$-Zn-$	Zinca
$-Sb<$, $>Sb^{\oplus}<$	Stiba, Stibonia	$-Hg-$	Mercura

Weitere „a“-Terme lassen sich sinngemäß bilden. Ungeladene „a“-Terme rangieren grundsätzlich vor den ionischen.

mit römischen Ziffern in runden Klammern gegeben, sollen aber in Zukunft durch ein Lambda mit hochgestellter Wertigkeitsziffer (λ^n) symbolisiert werden⁹. Insbesondere die Elemente der fünften bis siebten Hauptgruppe können auch in kationischer und/oder anionischer Form in Heterocyclen vorliegen und erfordern deshalb zusätzliche „a“-Terme.

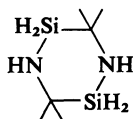
Dieses Verfahren wird konsequent nur bei Heteromonocyclen mit mehr als 10 Ringgliedern, bei einfachen (d.h. nicht kondensierten) verbrückten Heterocyclen und bei einfachen (d.h. nicht kondensierten) Spiroheterocyclen angewendet. Im Bereich kleinerer Monocyclen bedient man sich auch im Falle gesättigter Verbindungen meist des nachfolgenden *Hantzsch-Widmann-Nomenklatur*-Systems; nur für Silicium-haltige Systeme wird hier merkwürdigerweise ausschließlich die „a“-Nomenklatur gegeben! Bei mehreren Heteroatomen hat ein Atom der höchsten Gruppe, innerhalb einer Gruppe der niedrigsten Periode des Periodensystems den Vorrang bei der Bezifferung.



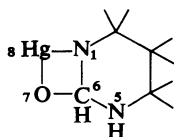
Silacyclopenten



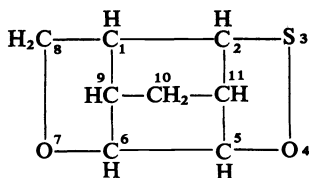
Silacyclopentadien



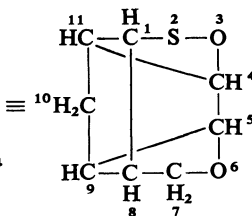
1,4-Diaza-2,5-disilacyclohexan



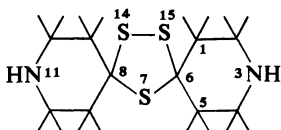
7-Oxa-1,5-diaza-8-mercurobicyclo[4.2.0]octan



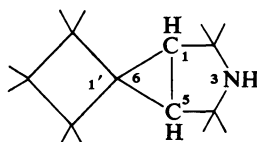
4,7-Dioxa-3-thiatetracyclo[4.2.1.1^{2.5}.1^{9.11}]undecan¹⁰
falsch!



3,6-Dioxa-2-thiatetracyclo[6.3.0.0^{4.11}.0^{5.9}]-undecan
richtig



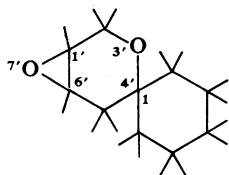
7,14,15-Trithia-3,11-diaza-dispiro[5.1.5.2]pentadecan



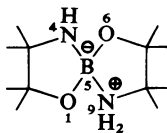
Spiro[3-azabicyclo[3.1.0]hexan-6,1'-cyclobutan]

⁹ Siehe Fußnote in Angew. Chem. **84**, 526 (1972), Angew. Chem. Internat. Edit. **11**, 506 (1972).

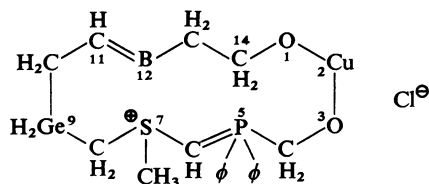
¹⁰ Gemäß Ring-Index!



Spiro[cyclohexan-1,4'-[3,7]-
dioxabicyclo[4.1.0]heptan]



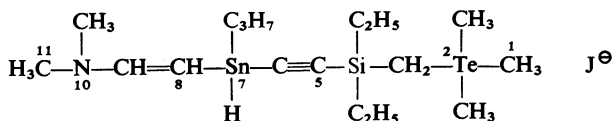
1,6-Dioxa-4-aza-9-azonia-5-borato-
spiro[4.4]nonan



7-Methyl-5,5-diphenyl-1,3-dioxa-7-thionia-5-λ³-phospha-9-germa-
12-bora-2-cupra-cyclotetradeca-5,11-dien-chlorid

Anmerkung:

Das bewußt so komplex gewählte letzte Beispiel zeigt deutlich, daß in bestimmten Fällen die Anwendung der „a“-Nomenklatur auch für acyclische Systeme von Vorteil sein kann. Insbesondere für längere Ketten mit mehreren Heteroatomen ist dieses Verfahren das einzig vernünftige. Die Bezifferung erfolgt so, daß die Heteroatome insgesamt, in Zweifelsfällen gemäß der obigen Ordnung, die *kleinstmöglichen Ziffern* aufweisen. Erst dann ordnet man den Mehrfachbindungen kleinstmögliche Ziffern zu.



4,4-Diethyl-2,2,10-trimethyl-7-propyl-2-λ⁴-tellura-10-aza-4-
sila-7-stanna-undec-8-en-5-in-jodid

1.2.2.3. Das Hantzsch-Widman-Patterson-System

Die überwiegende Mehrzahl der Heterocyclen mit bis zu zehn Ringgliedern wird gemäß dem erweiterten Hantzsch-Widman-System benannt. Hierzu kombiniert man ein *Hetero-Symbol* (bzw. mehrere dieser Symbole) der „a“-Term-Tabelle (ohne End-a) mit einem *Stamm-begriff* der folgenden Tabelle, der sowohl Ringgröße als auch den Grad der Sättigung anzeigt. (Ungesättigt bedeutet hier stets: maximale Zahl nichtkumulierter Doppelbindungen.)

Tabelle 5 Symbole zur Kennzeichnung der Ringgröße und des Sättigungsgrades von Heterocyclen nach dem Hantzsch-Widman-Patterson-System

Ringglieder	N-haltige Ringe			N-freie Ringe		
	ungesättigt	dihydro	gesättigt	ungesättigt	dihydro	gesättigt
3	irin	iridin		iren	iran	
4	et	etin	etidin	et	eten	etan
5	ol	olin	olidin	ol	olen	olan
6	in ^a	— ^b	—	in ^{a,c}	—	an ^{d,e}
7	epin	—	—	epin	—	epan
8	ocin	—	—	ocin	—	ocan
9	onin	—	—	onin	—	onan
10	ecin	—	—	ecin	—	ecan

^a Für P, As und Sb gilt hier: Phosphorin, Arsenin und Antimonin.

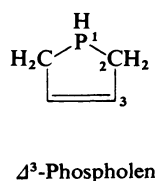
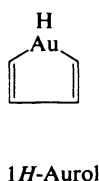
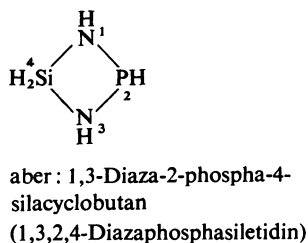
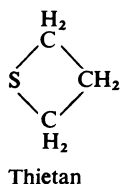
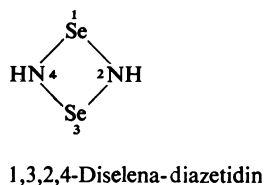
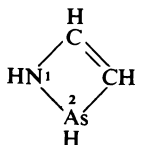
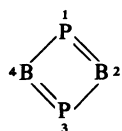
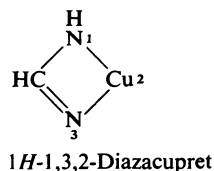
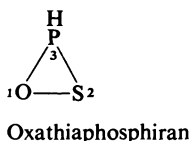
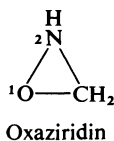
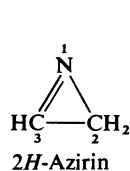
^b Wo keine Symbole angegeben sind wird Dihydro-, Tetrahydro- usw. oder gegebenenfalls die „a“-Nomenklatur verwendet.

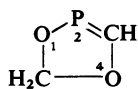
^c Für Ge: Germanin.

^d Für P, As und Sb gilt hier: Phosphorinan, Arsenan und Antimonan.

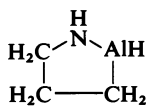
^e Nicht anwendbar für Si, Ge, Sn und Pb.

Die Bezifferung erfolgt so, daß das ranghöchste Heteroatom die Ziffer 1 erhält, erst dann wird dafür gesorgt, daß alle Heteroatome insgesamt möglichst kleine Nummern erhalten. (Vgl. aber S. 52.)

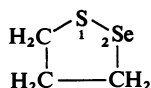




1,4,2-Dioxaphosphol



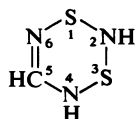
1,2-Azaluminolidin



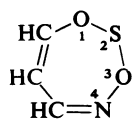
1,2-Thiaselenolan



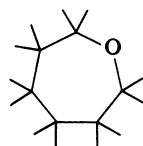
Phosphorin



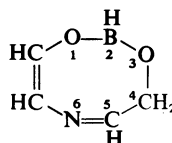
4H-1,3,2,4,6-Dithiatiazin



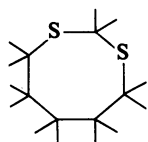
1,3,2,4-Dioxathiazepin



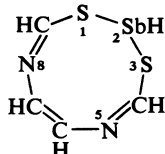
Oxepan



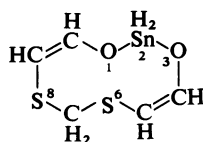
4H-1,3,6,2-Dioxazaborocin



1,3-Dithiocan



1,3,5,8,2-Dithiadiazastibonin

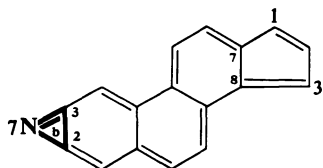


1,3,6,8,2-Dioxadithiastannecin

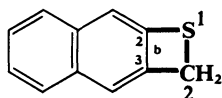
Zur Benennung kondensierter heterocyclischer Systeme werden grundsätzlich die Hantzsch-Widman-Patterson-Namen der Komponenten herangezogen, sofern nicht ein beibehaltener Trivialname vorliegt. Die Verschmelzung der Komponenten erfolgt wie bei den entsprechenden Kohlenwasserstoffen; für die Wahl der Stammsysteme werden die nachfolgenden Prioritäten festgelegt¹¹, für einige der Verschmelzungskomponenten werden die folgenden gekürzten Ausdrücke empfohlen: *furo*, *imidazo*, *isochino*, *pyrido*, *thieno*.

¹¹ Die IUPAC-Regeln sind hier leider recht unscharf. Sie wurden daher unter Bezugnahme auf die Verfahrensweisen im R.I. und in C.A. präzisiert.

- a) Bei der Festlegung des Stammsystems hat ein *beliebiger Heterocyclus* den Vorrang vor jedem noch so großen Isocyclus.

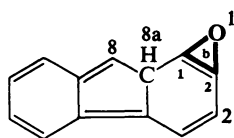


Cyclopenta[7,8]phenanthro[2,3-b]azirin



2H-Naphtho[2,3-b]thiet

Bei den Sauerstoff-haltigen Dreiringen halten sich aber weder C.A. noch R.I. an diese Vorschrift:



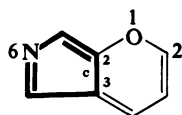
richtig: 8aH-Fluoreno[1,2-b]oxiren

C.A.: 1,2-Epoxy-8aH-fluoren

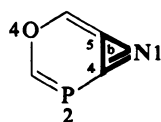
R.I.: 8aH-Oxireno[a]fluoren

Entsprechende Thia-Derivate werden von beiden Referatorganen als Epithio . . . -Verbindungen bezeichnet!

- b) Im Zweifelsfalle gibt (wegen der überragenden Bedeutung der *N*-Heterocyclen) die *N*-haltige Komponente den Ausschlag.

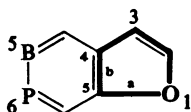
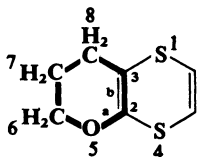


Pyrano[2,3-c]pyrrol

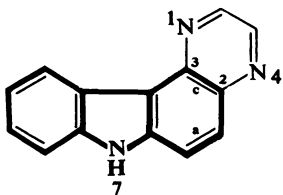
[1,3]-Oxaphosphorino[4,5-b]azirin¹²

¹² Siehe Fußnote auf Seite 53.

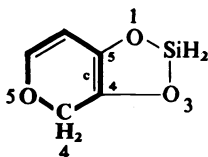
- c) Bei weiteren Zweifeln erhält die Komponente die Priorität, die das *ranghöchste Element der „a“-Reihe* aufweist. (Unabhängig von der Ringgröße und der Anzahl der übrigen Heteroatome!)

[1,2]-Phosphaborino[5,4-b]furan¹³7,8-Dihydro-6H-1,4-dithiino[2,3-b]pyran¹³

- d) Ist jetzt noch keine Entscheidung möglich gewesen, erhält die (Trivial-) Komponente mit den *meisten Ringen* die Priorität.

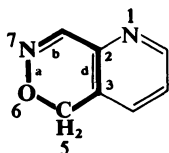
7H-Pyrazino[2,3-c]carbazol, nicht:
7H-Indolo[3,2-f]chinoxalin

- e) Als nächstes Prioritätskriterium fungiert *die Ringgröße*. Befindet sich das ranghöchste Element sowohl im kleineren als auch im größeren Ring, so bildet der größere Ring das Stammsystem, unabhängig von Art und Anzahl eventuell noch vorhandener weiterer Heteroelemente, mit Ausnahme des Stickstoffs (siehe b).

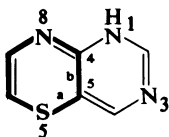
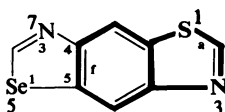
4H-1,3,2-Dioxasilolo[4,5-c]pyran¹³

¹³ Siehe Fußnote ¹⁵ auf Seite 53.

- f) Ist die Zuordnung noch immer nicht eindeutig, entscheidet die *größere Anzahl an* (beliebigen) *Heteroelementen*.

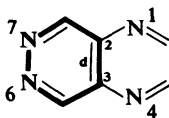
5H-Pyrido[2,3-d][1,2]oxazin¹⁴

- g) Versagt auch dieses Kriterium, wird *die größte Vielfalt an Heteroatomen* gewertet, wenn nötig gemäß der „a“-Tabelle 4 (s. S. 44).

1H-Pyrimido[5,4-b][1,4]thiazin¹⁴

Selenazolo[5,4-f]benzothiazol

- h) Wenn alle vorherigen Kriterien versagen, erhält die Komponente den Vorrang, in der *die kleinsten Chiffren* auftreten.

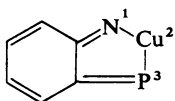


Pyrazino[2,3-d]pyridazin

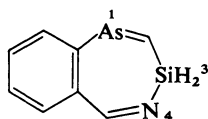
Die gewählten Beispiele geben klar zu erkennen, daß die allgemeinen Verschmelzungsprinzipien völlig denen analoger Kohlenwasserstoff-Systeme entsprechen. Für Zwei-Ring-Systeme jedoch, die eine Benzo-gruppierung aufweisen, wird von C.A. und R.I. eine in den IUPAC-Regeln alternativ zugelassene *Ausnahmeregelung* streng eingehalten: es werden nicht die Verschmelzungspositionen angegeben, sondern nur die Heteroatome im Einklang mit den nachfolgenden Bezifferungsprinzipien. Die so

¹⁴ Siehe Fußnote ¹⁵ auf Seite 53.

gebildeten Bicyclen können als Stammkomponenten für höher kondensierte Systeme verwendet werden.

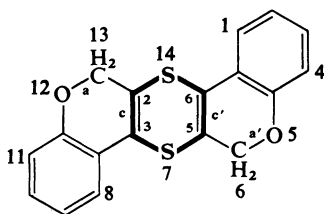


1,3,2-Benzazaphosphacuprol
nicht: Benz[d][1,3,2]azaphosphacuprol

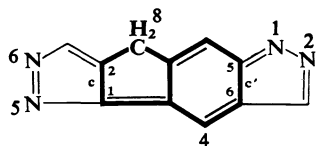


3H-4,1,3-Benzazarsasilepin
nicht: 3H-Benz[e][1,4,2]azarsasilepin

Ist ein Stammsystem mit zwei *identischen ranghöheren Sekundärkomponenten* kondensiert, so wird die folgende Bezeichnungsweise angewandt:



6H,13H-[1,4]Dithiino[2,3-c:5,6-c']-
bis[1]benzopyran



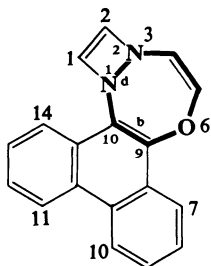
8H-Indeno[1,2-c:5,6-c']dipyrazol

Zur *endgültigen Bezifferung* der kondensierten Heterocyclen sind zunächst die bei den entsprechenden Isocyclen gegebenen allgemeinen *Orientierungsregeln* zu beachten (S. 20). Sind diese nicht ausreichend, kommen die folgenden Kriterien in abnehmender Priorität zum Tragen, nach denen kleinste Ziffern zu erteilen sind:

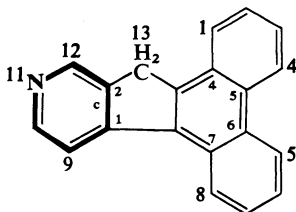
- den Heteroatomen insgesamt (vgl. aber S. 47),
- den Heteroatomen gemäß der „a“-Term-Serie (Tabelle 4),
- den C-Atomen, die zwei oder mehr Ringen gemeinsam angehören,
- dem indizierten Wasserstoff.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß an Verschmelzungspositionen befindliche Heteroatome fortlaufend beziffert werden und daß diese Atome in den Namen beider zu kondensierender Komponenten berücksichtigt werden.

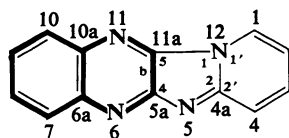
Zur Verdeutlichung der Kondensations- und Bezifferungsprinzipien folgen hier noch einige kompliziertere Beispiele:



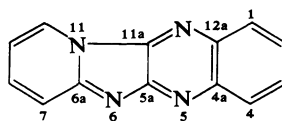
[1,2]-Diazeto[1,2-d]phenanthro-
[9,10-b][1,4,5]oxadiazepin¹⁵



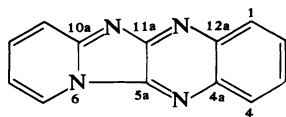
13H-Dibenz[4,5:6,7]indeno[2,1-c]pyridin



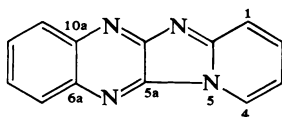
richtig



falsch



falsch

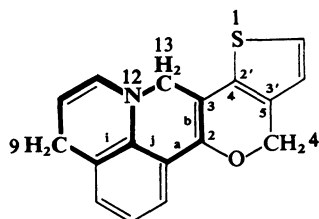
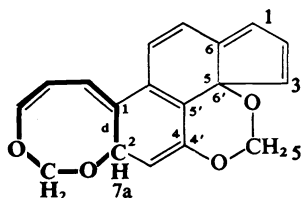
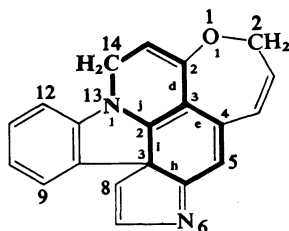


falsch

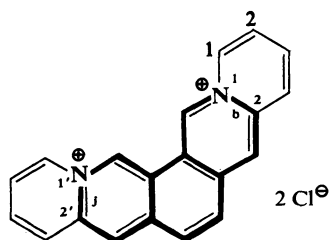
Pyrido[1',2':1,2]imidazo[4,5-b]chinoxalin

Im obigen Beispiel ist die Bezifferung für die Stickstoffatome immer dieselbe; für die Verschmelzungspositionen gilt jedoch: 4a, 5a, 6a, 10a ... < 4a, 5a, 6a, 11a ... < 4a, 5a, 10a ... < 5a ...

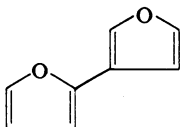
¹⁵ Entspricht die ursprüngliche Bezifferung der Heteroatome in den monocyclischen Komponenten der endgültigen Kranzbezifferung des Polycyclus, wird sie unverändert beibehalten; anderenfalls werden die individuellen Heteroatomplatznummern der Komponenten im Polycyclenverband in eckige Klammern gesetzt.

4*H*,9*H*,13*H*-Benzo[*ij*]thieno[2',3':4,5]pyrano[2,3-*b*]chinolizin7*aH*-Cyclopenta[5,6]-[1,3]dioxino[4',5',6':4,5]naphtho[2,1-*d*][1,3]dioxocin2*H*,14*H*-Indolo[3,2,1-*ij*]oxepino[2,3,4-*de*]pyrrolo[2,3-*h*]chinolin

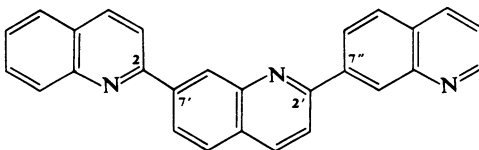
Kationische Systeme werden am Ende des Namens mit *-ium*, *-dium* (s.S. 77) usw. versehen.

Dipyrido[1,2-*b*:2',1'-*j*][2,9]phenanthrolin-dium-dichlorid

Durch Einfachbindungen miteinander verknüpfte Heterocyklen werden wie entsprechende Kohlenwasserstoffe behandelt.

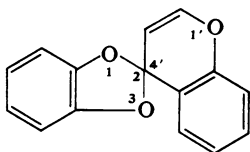


2,3'-Bifuryl
oder: 2,3'-Bifuran

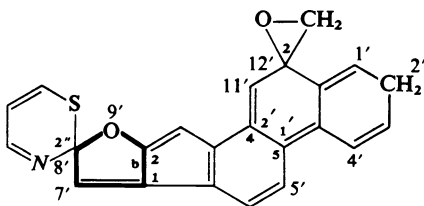


2,7':2',7''-Terchinolin

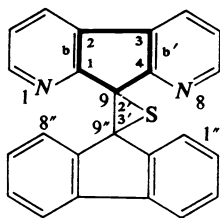
Auch *kondensierte Heterospirocyclen* werden, nachdem man die Komponenten gemäß den oben gegebenen Regeln vorbereitet hat, analog den entsprechenden isocyclischen Systemen zusammengesetzt (alphabetische Reihenfolge!).



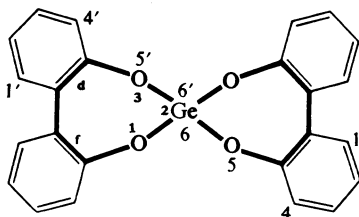
Spiro[1,3-benzodioxol-2,4'-[4H][1]benzopyran]¹⁶



Dispiro[oxiran-2,12'(2'H)-[8H]naphth-[2',1':4,5]indeno[2,1-b]furan-8',2'-[2H][1,3]thiazin]



Dispiro[9H-cyclopenta[1,2-b:4,3-b']-dipyridin-9,2'-thiiran-3',9''-fluoren]

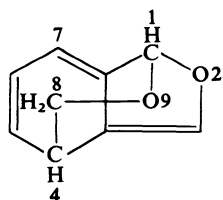


6,6'-Spirobi[dibenzo[d,f]-[1,3,2]dioxagermepin]

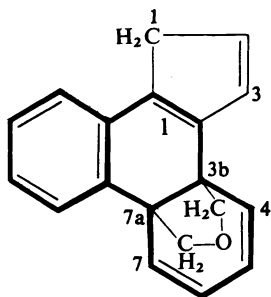
¹⁶ Fußnote ¹⁵ von Seite 53 gilt sinngemäß.

Kondensierte heterocyclische Systeme, die *zusätzliche Kohlenwasserstoffbrücken* enthalten, werden wie entsprechende Isocyclen behandelt. Treten in solchen Systemen jedoch *Heterobrücken* auf, so werden diese wie folgt als Präfixe konstruiert: auf den Vorschub *Ep(i)* folgen die Heterosymbole der „a“-Term-Tabelle mit einem endständigen *o* an Stelle von *a* (das bei nachfolgendem Vokal eliminiert wird). Stickstoff-haltige Brücken werden *ohne Ep(i)* gebildet.

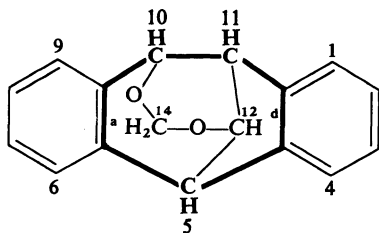
—N=N—NH— Azimino, —N=N— Azo, —NH—NH— Biimino
 —NH— Imino, —N= Nitrilo
 —O—, —S— Epoxy, Epithio; —S—S— Epidithio; —O—S— Epoxythio;
 —S—O—NH— Epithioximino; —Se—O—Te— Episelenoxytelluro;
 —O—(CH₂)_n— Epoxyalkano; —O—(CH₂)_n—S— Epoxyalkanothio;
 —S—(CH₂)_n—N= Epithioalkanonitrilo;
 —(CH₂)_n—O—(CH₂)_n— Alkanoxyalkano;



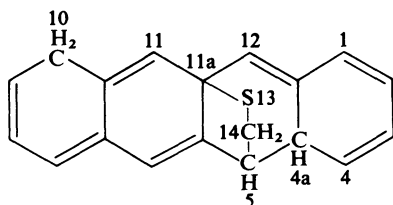
1,4-(Epoxyethano)-1*H*,4*H*-isobenzofuran



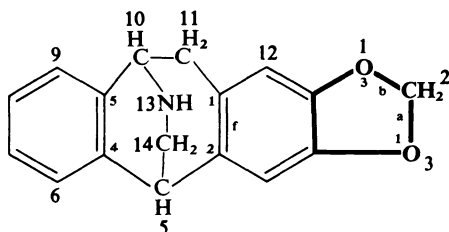
3b,7a-(Methanoxyethano)-1*H*-
cyclopenta[1]phenanthren



10,11-Dihydro-10,5,11-(epoxyethanoxy-
metheno)-5*H*-dibenzo[*a,d*]cyclohepten

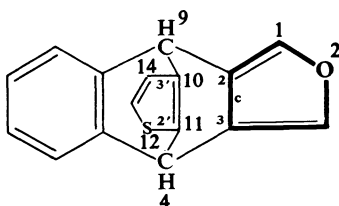


4a,5-Dihydro-11a,5-(epithiomethano)-
10H-naphthacen



10,11-Dihydro-10,5-(iminomethano)-
5H-benzo[4,5]cyclohepta[1,2-f]-
[1,3]benzodioxol

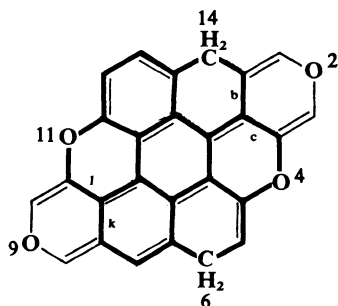
Treten ganze Heterocyclen als Brücken auf, werden sie wie analoge Kohlenwasserstoff-Cyclen behandelt.



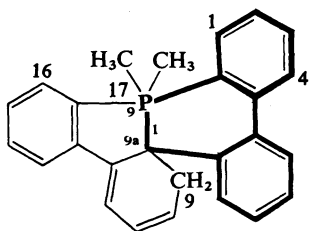
4,9-Dihydro-4,9-[2',3']thiopheno-
naphtho[2,3-c]furan

Anmerkung:

Werden bei komplexen kondensierten Heterocyclen die nach dem erweiterten Hantzsch-Widman-System gebildeten Namen zu unhandlich, empfiehlt es sich, die „a“-Nomenklatur zu verwenden:



6H,14H-2,4,9,11-Tetraoxadibenzo[bc,kl]coronen



17,17-Dimethyl-9H-17- λ^5 -phospha-fluoreno-
[9,9a-1]phenanthren

oder:

9H-Dibenzo[2,3:4,5]phospholo[1,2-f]phos-
phanthridin

2. Substituierte Systeme

2.1. Allgemeine Vorbemerkungen

Der Begriff des Substituenten, der bereits bei der Besprechung der Stammsysteme in Form der Radikale vielfach verwendet worden ist, nimmt naturgemäß im folgenden eine zentrale Stellung ein und bedarf deshalb einer erweiterten Definition.

Als Substituent wird jedes Atom und jede Atomkombination (funktionelle Gruppe) bezeichnet, $\left. \begin{array}{l} \text{das} \\ \text{die} \end{array} \right\}$ ein Wasserstoffatom eines Stammsystems ersetzt.

Eine weitergehende Spezifizierung des Substituenten-Begriffes ist dadurch gegeben, daß man alle substituierenden Gruppen, die nicht Kohlenwasserstoff- oder Heterocyclen-Radikale¹ sind, unter dem Terminus *Charakteristische Gruppe* zusammenfaßt. Diese Gruppen bestimmen dann, welche *Verbindungs-klasse* (funktionelle Klasse) vorliegt; z.B.: —COOH Carbonsäure, —NO₂ Nitroverbindung, —NH₂ Amin oder Aminoverbindung, —OH Alkohol usw. Aus der trivialen Tatsache, daß ein Stammsystem durch mehrere charakteristische Gruppen substituiert sein kann, ergibt sich die Notwendigkeit einer *Rangfolge der Substituenten*. Die ranghöchste Gruppe (principal group) definiert dann immer die vorliegende Verbindungs-klasse; die übrigen charakteristischen Gruppen werden in geeigneter Weise als Präfixe in alphabetischer Reihenfolge und unter Wahrung des Prinzips kleinster Chiffren zugeordnet.

Multiplizierende Präfixe werden wie bei den Stammsystemen verwendet: die Reihe *di, tri, tetra* ... für Sätze identischer Substituenten, die Reihe *bis, tris, tetrakis* ... für identisch weitersubstituierte identische Substituenten (oder wenn es sprachlich geboten erscheint), und die Reihe *bi, ter, quater* ... für direkt miteinander verknüpfte identische Teilkomponenten.

Während die Nomenklaturgebräuche bei den Stammsystemen weitgehend vereinheitlicht wurden, liegen die Verhältnisse bei substituierten Systemen wesentlich komplizierter, da 1. mehrere Nomenklatorsysteme sehr unsystematisch nebeneinander verwendet werden, 2. viele Ausnahmeregelungen zu beachten sind und 3. zahlreiche Trivial- und Semitrivial-

¹ Meist abgekürzt als R¹, R², R³, R⁴ ... oder R, R', R'', R''', R'''' ...

Namen und -Regeln ebenfalls in unsystematischer Weise beibehalten werden.


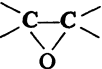
Spezielle Nomenklaturprobleme sind deshalb häufig nur mit Hilfe der streng kodifizierten IUPAC-Regel-Manuale (s. S. 4) zu lösen; hier soll dagegen ein straffer Überblick über die allgemeinen Prinzipien dieser Benennungsvorschriften gegeben werden.

2.2. Nomenklaturtypen für substituierte Systeme

2.2.1. Die substitutive Nomenklatur

Bei diesem Nomenklaturtyp werden die *Substituenten* bzw. *charakteristischen* Gruppen dem Stammnamen in Form geeigneter Kürzel als *Vor-* und/oder *Nachsilben* (*Präfixe* bzw. *Suffixe*) beigegeben. Die in Tabelle 6 aufgeführten Substituenten werden jedoch nur als Präfixe verwertet. Auch substituierende Stammsysteme vom Kohlenwasserstoff- und Heterocyclen-Typ werden in Form ihrer Radikalausdrücke als Präfixe behandelt.

Tabelle 6 Charakteristische Gruppen, die nur als Präfixe auftreten

Charakteristische Gruppe ^a	Präfix (Verbindungsname)
—N ₃	Azido ... (Azid)
—Br	Brom ... (engl. Bromo ... usw.)
—Cl	Chlor ...
—ClO	Chlorosyl ...
—ClO ₂	Chloryl ...
—OCN	Cyanato ... (Cyanat)
—CN	Cyan ... (Cyanid)
=N ₂	Diazo ...
—I(OH) ₂	Dihydroxyiod ...
—IX ₂	Di ... iod ... (X ist irgendein Säurerest: —Cl, —OOCCH ₃ usw.)
>C(SR) ₂	Di-(... ylthio) ... (Thioacetal)
	Epithio ...
	Epoxy ...

^a Die fettgedruckten C-Atome sind in den Stammnamen einbezogen.

Tabelle 6 (Fortsetzung)

Charakteristische Gruppe ^a	Präfix (Verbindungsname)
—F	Fluor . . .
—OOH	Hydroperoxy . . .
—NHOH	Hydroxyamino . . . (Hydroxylamin)
—NHNH ₂	Hydrazino . . .
—NCO	Isocyanato . . .
—NC	Isocyan . . . (Isocyanid, Isonitril)
—NCS	Isothiocyanato . . .
—I	Iod . . .
—IO	Iodosyl . . . (früher Iodoso . . .)
—IO ₂	Iodyl . . . (früher Iodo . . .)
—NO ₂	Nitro . . .
=N(O)OH	aci-Nitro . . .
—NO	Nitroso . . .
—ClO ₃	Perchloryl . . .
—SCN	Thiocyanato . . .
—OOR	. . . yldioxy . . . (Peroxid)
—OR, —SR usw.	. . . yloxy . . ., . . . ylthio . . . (Ether, Thioether)

Alle anderen charakteristischen Gruppen können als Präfixe und/oder als Suffixe in Erscheinung treten. Grundsätzlich wird die *ranghöchste charakteristische Gruppe als Suffix* genommen und bestimmt damit den Verbindungstyp; die übrigen Gruppen werden dann als Präfixe dem Stammnamen vorangestellt. Zur Ermittlung der ranghöchsten Gruppe bedient man sich der folgenden Tabelle 7, die die wichtigsten Verbindungsklassen in abnehmender Priorität gibt.

Wie nun die den Verbindungsklassen der Tabelle 7 zugeordneten charakteristischen Gruppen in Präfixe und Suffixe zu verwandeln sind, zeigt Tabelle 8.

Tabelle 7 Rangfolge der wichtigsten Verbindungsklassen

1. Onium- und ähnliche Kationen (s.S. 77) O
2. Carbonsäuren in der Reihenfolge: —COOH, —COOH, dann Schwefel- und Selenanaloge, dann Sulf(on,in,en)säuren
3. Säurederivate in der Reihenfolge: Anhydride, Ester, Halogenide, Amide, Hydrazide, Imide, Amidine usw.
4. Nitrile (Cyanide), Isocyanide usw.
5. Aldehyde, S- und Se-Analoge, Derivate
6. Ketone, S- und Se-Analoge, Derivate
7. Alkohole, Phenole, S- und Se-Analoge von Alkoholen, Ester mit anorganischen Säuren (Ausnahme: Halogenwasserstoffe), dann Phenolderivate in der gleichen Reihenfolge
8. Hydroperoxide
9. Amine, Imine, Hydrazine usw.
10. Ether, S- und Se-Analoge
11. Peroxide

Tabelle 8 Präfixe und Suffixe für die wichtigsten charakteristischen Gruppen in der substituierten Nomenklatur

Verbindungsklasse	Charakteristische Gruppe ^a	Verwendung als Präfix	Verwendung als Suffix
Kationen	\oplus —OR ₂ , \oplus —NR ₃ , \oplus —BrR \oplus —N \equiv N	... onio ...	... onium ...
Carbonsäuren	—COOH —COOH	Diazonio ...? Carboxy ... —	-diazonium ... -carbonsäure ^b -säure ^b
Peroxycarbonsäuren	—C(O)OOH —C(O)OOH	?	-peroxycarbonsäure Peroxy ... säure
(Di)thiocarbonsäuren	—COSH, —CSSH —COSH, —CSSH	(Di)thiocarboxy ... —	-(di)thiocarbonsäure -(di)thiosäure
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säuren	—SO ₃ H —SO ₂ H —SOH	Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{o} \\ \text{ino} \\ \text{eno} \end{smallmatrix} \right\}$... —	-sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ -säure
Carbonsäuresalze	—COOM —COOM	M-carboxylato ... —	M-... carboxylat M-... oat
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säuresalze	—SO ₃ M —SO ₂ M —SOM	M-sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ ato ... —	M-... sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ at
Carbonsäureanhydride	$\begin{array}{c} \text{—C—O—C—} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$	—	... säure ... säureanhydrid
Carbonsäureester	—COOR —COOR	... yloxycarbonyl ... —	... yl ... carboxylat ... yl ... oat
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säureester	—SO ₃ R —SO ₂ R —SOR	... yloxysulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ yl ... —	... yl ... sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ at

Lactone	$\text{R} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CO} \end{array}$	—	... olid, -carb lacton
Sultone	$\text{R} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{SO}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$	—	... sulton
Carbonsäurehalogenide	—COX —COX	Halogenformyl ...	-carbonylhalogenid -oylhalogenide
Sulf $\left\{ \begin{array}{c} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{array} \right\}$ säurehalogenide	—SO ₂ X —SOX —SX	X-sulf $\left\{ \begin{array}{c} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{array} \right\}$ yl ...	-sulf $\left\{ \begin{array}{c} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{array} \right\}$ yhalogenid
Carbonsäureamide	—CONH ₂ —CONH ₂	Carbamoyl ...	-carboxamid -amid
Carbonimidsäuren	—C(NH)OH —C(NH)OH	?	-carboximidsäure -imidsäure
Lactame	$\text{R} \begin{array}{c} \text{NH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{CO} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$	—	-lactam
Lactime	$\text{R} \begin{array}{c} \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{COH} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$	—	-lactim
Carbonsäureimide	$\text{R} \begin{array}{c} \text{CO} \quad \text{NH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{CO} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$	—	-dicarboximid
Carbonsäurehydrazide	$\text{R} \begin{array}{c} \text{CO} \quad \text{NH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{CO} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$ —CONHNH ₂ —CONHNH ₂	— ?	... imid (für Trivialnamen) -carbohydrazid ... ohydrazid

Tabelle 8 (Fortsetzung)

Verbindungsklasse	Charakteristische Gruppe ^a	Verwendung als Präfix	Verwendung als Suffix
Hydrazonsäuren	—C(NHNH ₂)OH —C(NHNH ₂)OH	?	-carbohydrazonsäure ... hydrazonsäure
Hydroxamsäuren	—CONHOH —CONHOH	?	-carbohydroxamsäure ... hydroxamsäure
Hydroximsäuren	—C(NOHO)OH —C(NOHO)OH	?	-carbohydroximsäure ... hydroximsäure
Amidine	—C(NH)NH ₂ —C(NH)NH ₂	Amidino ...	-carboxamidin ... amidin
Amidoxime	—C(NOHO)NH ₂ —C(NOHO)NH ₂	?	-carboxamidoxim ... amidoxim
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säureamide	—SO ₂ NH ₂ —SONH ₂ —SNH ₂	Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{amoyl} \\ \text{inamoyl} \\ \text{enamoyl} \end{smallmatrix} \right\}$ ...	... sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ amid
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \end{smallmatrix} \right\}$ imidsäure	—S(O)(NH)OH —S(NH)OH	?	-sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \end{smallmatrix} \right\}$ imidsäure
Sultame	$\begin{array}{c} \text{NH} \\ | \\ \text{R} - \text{SO}_2 \end{array}$	—	... sultam
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säurehydrazide	—SO ₂ NHNH ₂ —SONHNH ₂ —SNHNH ₂	?	-sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{ono} \\ \text{ino} \\ \text{eno} \end{smallmatrix} \right\}$ hydrazid
Nitrile	—C≡N —C≡N	Cyano ...	-carbonitril ... nitril
Aldehyde	—CHO —CHO	Formyl ... Oxo ...	-carbaldehyd ... al
Thioaldehyde	—CHS —CHS	Thioformyl ... Thioxo ...	-carbothialdehyd ... thial

Ketone	>C=O	Oxo ...	... on
Thioketone	>C=S	Thioxo ...	... thion
Acetale	>C(OR)_2	Di-(... yloxy) ...	... al } di ... yl-acetal ... on }
Oxime	>C=NOH	Hydroximino ...	... al } oxim ... on }
Hydrazone	>C=NNH_2	Hydrazono ...	... al } hydrazon ... on }
Azine	>C=N-N=C<	Azinodi ...	... al } azin ... on }
Semicarbazone	>C=NNHCONH_2	Semicarbazono ...	... al } semicarbazon ... on }
Alkohole, Phenole	—OH	Hydroxy ...	... ol
Thiole	—SH	Mercapto ...	... thiol
Alkohol } Phenol } ate	—OM	M-oxido ...	M ... olat
Thioalkohol } Thiophenol } ate	—SM	M-sulfito ...	M ... thiolat
Amine	—NH ₂	Amino ...	... amin ^e
Imine	=NH	Imino ...	... imin ^e

^a Die fettgedruckten C-Atome sind in den Stammnamen einbezogen.

^b Im Englischen carboxylic acid bzw. -oic acid.

^c Siehe auch die radikofunktionelle Bezeichnungsweise.

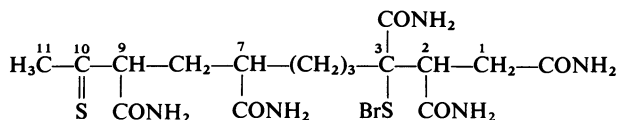
Die Tabelle läßt sich leicht logisch erweitern. So können die Benennungsverfahren für Sulf(on, in, en)säuren und ihre Derivate direkt auf entsprechende Thioanaloga übertragen werden. Einige der aufgeführten charakteristischen Gruppen können in ihren —NH₂ oder —OH Funktionen weiter substituiert sein. Bei der Benennung berücksichtigt man dies durch Voranstellen des entsprechenden Radikalbegriffs, einschließlich Platzbezeichnung; z.B.: N-Methylhexanamid.

Während die Vorschriften der Tabelle 8 auf die meisten Verbindungsklassen ohne Schwierigkeiten direkt anwendbar sind, bedürfen die beiden alternativen Benennungsmethoden für aliphatische Carbonsäure-Derivate und Nitrile sowie aliphatische Aldehyde einer kurzen Erläuterung:

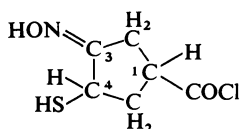
Bei einfachen Carbonsäuren und ihren Derivaten wird das Kohlenstoffatom der Säuregruppe dem Stammsystem zugerechnet und nur die Nachsilbe . . . *säure* verwendet:



Bei mehrfachen und cyclischen Carbonsäuren (und Derivaten) behandelt man die Säuregruppe als Einheit in der Nachsilbe . . . *carbonsäure*, . . . *carboxamid*, . . . *carbonylchlorid* usw.

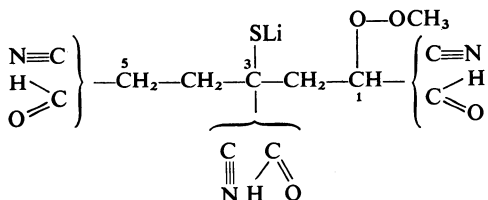
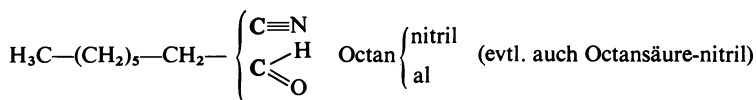


3-Bromthio-10-thioxo-1,2,3,7,9-undecanpentacarboxamid



3-Hydroxyimino-4-mercaptocyclopentancarbonylchlorid

Analoge Nitrile und Aldehyde werden entsprechend behandelt:



Lithium-1-methyldioxy-3-sulfido-1,3,5-pentantri $\left\{ \begin{array}{l} \text{carbonitril} \\ \text{carbaldehyd} \end{array} \right\}$

Die Regeln der substitutiven Nomenklatur sind allen anderen Bezeichnungsmethoden vorzuziehen, denn sie haben bislang die allgemeinste und breiteste Anwendung gefunden. Dennoch werden für einige Verbindungstypen in nicht immer genau abgegrenzter Weise andere Nomenklatorsysteme beibehalten, die im folgenden kurz besprochen werden, obwohl zu hoffen ist, daß man sich in Zukunft so weit wie möglich auf die substitutive Nomenklatur beschränken wird.

2.2.2. Die radikofunktionelle Nomenklatur

Dieses Benennungsverfahren wird nur auf einige Verbindungsklassen angewendet, die in Tabelle 9 in absteigender Priorität zusammengefaßt sind. Im Gegensatz zur substitutiven Nomenklatur werden hier *die Stammsysteme in Form ihrer Radikale benannt*, denen die meist *anionisierten Namen* der fraglichen Verbindungsklasse *nachgestellt* sind. Im Deutschen

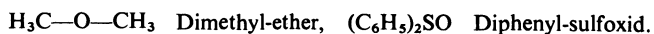
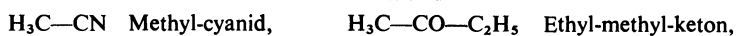
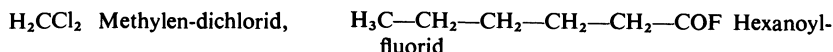
Tabelle 9 Verbindungsamen, wie sie in der radikofunktionellen Nomenklatur Verwendung finden

Charakteristische Gruppe ^a	Radikofunktioneller Verbindungsname
X in Säurederivaten RCO—X, RSO ₂ —X usw.	Anionischer Name von X in der Rangfolge: -fluorid, -chlorid, -bromid, -iodid, -cyanid, -azid, usw., dann S und Se-Analoga
$\text{—C}\equiv\text{N:}^{\oplus}, \text{—N}\equiv\text{C:}^{\ominus}$	-cyanid, -isocyanid
$\text{—O—C}\equiv\text{N:}^{\oplus}, \text{—N}=\text{C}=\text{O}$	-cyanat, -isocyanat
$\text{—O—N}\equiv\text{C:}^{\oplus}, \text{—N}=\text{C}=\text{S}$	-fulminat
$\text{—S—C}\equiv\text{N:}^{\oplus}, \text{—N}=\text{C}=\text{S}$	-thiocyanat, -isothiocyanat usw.
$\text{>C=O}, \text{>C=S}$	-keton, -thioketon usw.
>C=C=O	-keten
—OH, —SH	-alkohol, -hydrosulfid
—O—OH, —S—S _x —SH	-hydroperoxid, -hydropolysulfid bzw. -polysulfan
—O—, —O—O—	-ether oder -oxid, -peroxid
—S—, —S—S _x —S—	-sulfid, -polysulfid oder -polysulfan
$\text{>S=O}, \text{>SO}_2$	-sulfoxid, -sulfon
$\text{>S=NH}, \text{>S(O)NH}$	-sulfimid, -sulfoximid
$\text{>Se}, \text{>SeO}, \text{>SeO}_2$	-selenid, -selenoxid, -selenon
—F, —Cl, —Br, —I, —N ₃	-fluorid, -chlorid, -bromid, -iodid, -azid
RNH ₂ , RR'NH, RR'R"N	-amin
RNHNH ₂ ---RR'NNR"R"	-hydrazin
RNHOH---RR'NOR"	-hydroxylamin
$\text{>C=N—C}\leq$	-amin (Azomethine, Schiff'sche Basen)
—N=C=N—	-carbodiimid
>C(OOCR)_2	-di . . . oat (Acylale)

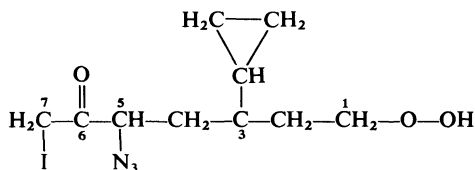
^a Die fettgedruckten Atome sind in die Stammsysteme einbezogen.

arbeitet man hierbei mit oder auch ohne Bindestrich, im Englischen werden zwei separate Wörter verwendet.

Einige Beispiele mögen die Prinzipien der radikofunktionellen Nomenklatur verdeutlichen:



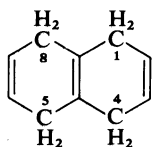
Sind zusätzliche charakteristische Gruppen vorhanden, so bestimmt Tabelle 9 die Rangfolge bei der Festlegung der Verbindungsklasse; die übrigen funktionellen Gruppen werden gemäß den Regeln der substitutiven Nomenklatur als Präfixe angegeben (alphabetische Ordnung!):



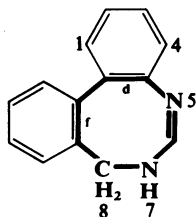
5-Azido-3-cyclopropyl-7-iod-6-oxo-heptyl-hydroperoxid

2.2.3. Die additive Nomenklatur

Dieser Nomenklaturtyp, bei dem, wie der Name schon sagt, eine *Addition von Atomen oder Atomgruppen an eine Stammstruktur* vorgenommen wird, ist auf ganz wenige Spezialfälle beschränkt. Die wichtigste und wohl auch in Zukunft unverzichtbare Anwendung findet dieses Verfahren bei der Benennung von *hydrierten cyclischen Verbindungen*, wobei die Hydrierung durch entsprechende Präfixe angegeben wird.

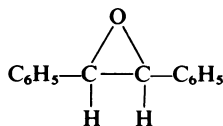
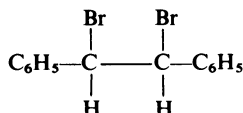


1,4,5,8-Tetrahydronaphthalin



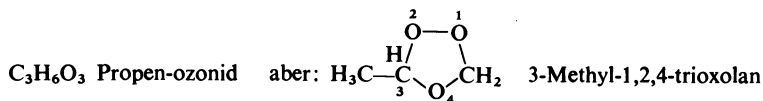
7,8-Dihydro-dibenzo[d,f][1,3]diazocin

Im Gegensatz hierzu werden *Epoxide*, *Ozonide* und gewisse *Halogen-derivate* durch die dem *Stamm-begriff* nachgestellten *anionischen Namen* der entsprechenden Atome (Atomgruppen) charakterisiert. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß diese Methode nicht zur Beibehaltung empfohlen wird, sofern andere Nomenklaturtypen (substitutive oder Heterocyclen-Nomenklatur) einfache und eindeutige Benennungen zulassen.

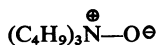
Stilben-oxid, besser: 1,2-Diphenyloxiran, oder
1,2-Diphenylepoxyethan, oder α,α' -Epoxybibenzyl

Stilben-dibromid, besser: 1,2-Dibrom-1,2-diphenylethan

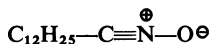
Ozonid sollte man nur schreiben, wenn man nichts Genaueres über die Struktur weiß; anderenfalls kommt die Heterocyclen-Nomenklatur in Frage.



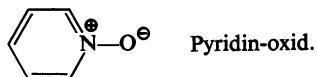
Nur für Verbindungen vom *Aminoxid*- und *Nitril-oxid*-Typ sowie für andere *am Heteroatom oxidierte Systeme* (insbesondere Heterocyclen!) kommt wieder allein die additive Nomenklatur in Frage:



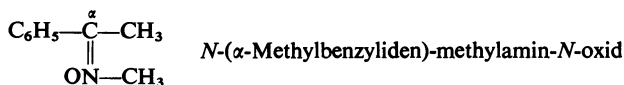
Tributylamin-oxid.



Tridecannitril-oxid,



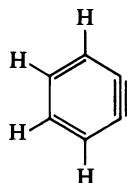
Auch *Nitrone* werden als Aminoxyde benannt:



Eine weitere Variante der additiven Nomenklatur, bei der die Erhöhung der Ringgliederzahl um eine CH_2 -Einheit durch das Präfix *Homo* angegeben wird, sollte auf Steroid-Derivate beschränkt bleiben (siehe Tabelle 13, S. 134).

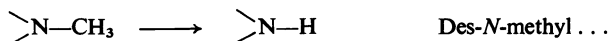
2.2.4. Die subtraktive Nomenklatur

Bei diesem Nomenklaturtyp werden *subtraktive Präfixe* oder *Suffixe* verwendet, um die Entfernung von Atomen oder Atomgruppen aus einem trivialen oder systematischen Stammbegriff anzuzeigen. Während die additive Nomenklatur ihre allgemeinste Anwendung bei hydrierten cyclischen Systemen gefunden hat, konzentriert sich die Anwendung der subtraktiven Nomenklatur auf die Kennzeichnung des Gegenteils, auf die *Einführung von Unsättigung*. Wir haben dies bei der Besprechung der Kohlenwasserstoff-Systeme ausführlich behandelt, wo die Endsilben . . . *en* und . . . *in* jeweils den Verlust von zwei bzw. vier Wasserstoffatomen unter Bildung einer Doppel- bzw. einer Dreifachbindung anzeigen. Direkte Symbolisierung der *Dehydrierung* in Form eines subtraktiven Präfixes findet man nur bei einigen Naturstoffen der Steroid- und Zuckerreihe und bei Dehydrobenzol, das die Angelsachsen Benzynes nennen. (Allgemein: Dehydroaromaten, Arine, Arynes.)

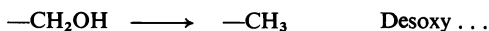


Dehydrobenzol oder Benzynes (Benz-in)

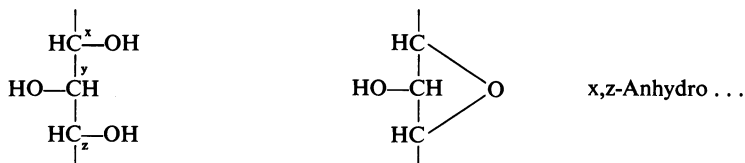
Ebenfalls auf komplizierte und trivial benannte Naturstoffe (z.B. Alkaloide) beschränkt bleibt das Verfahren, den Ersatz einer *N*-Methylgruppe durch Wasserstoff mit dem Präfix *Des* . . . anzuzeigen (englisch *De* . . .).



Ähnlich limitiert (auf Zuckerderivate) ist die analoge Kennzeichnung des Ersatzes einer OH-Gruppe durch H:



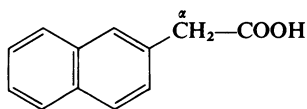
Einige Verbindungsklassen, die durch Wasserentzug aus geeigneten Vorläufern entstehen, haben subtraktive Gattungsnamen: Anhydride, (Lactone, Sultame usw.). Speziell in der Zuckerreihe wird die intramolekulare Abspaltung von Wasser aus zwei Hydroxylgruppen mit dem Präfix *Anhydro* wiedergegeben.



Ebenfalls der subtraktiven Nomenklatur zuzurechnen ist die Vorsilbe *Nor* . . . , für die spezielle Konventionen gelten. Bei Terpenen (Anhang, Tabelle 12) spricht man von Nor-Verbindungen, wenn alle an einen Ring gebundenen *Methylgruppen durch Wasserstoff ersetzt* sind. In der Steroid-Reihe (Anhang, Tabelle 13) zeigt *Nor* . . . einmal den *Verlust einer CH₂-Gruppe* aus einer Kette an, in einem zweiten Sinne verwendet man *Nor* . . . hier um eine *Ringkontraktion um eine CH₂-Einheit* (also: Umkehrung von *Homo* . . .) zu formulieren.

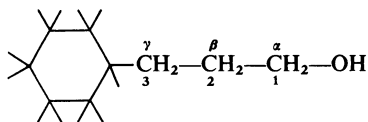
2.2.5. Die konjunktive Nomenklatur

Dieser Nomenklaturtyp ist eigentlich völlig überflüssig, da er nichts bietet, was nicht mit der substitutiven Nomenklatur genau so gut und vor allem einheitlicher erledigt werden kann. Mehr noch, dieses System ist in sich selbst inkonsistent und trägt somit sicherlich nicht zu der dringend erforderlichen Vereinfachung und Vereinheitlichung der chemischen Nomenklatur bei. Da aber einerseits Chemical Abstracts ausgiebig Gebrauch von der konjunktiven Nomenklatur macht und andererseits auch die IUPAC sie noch immer als Alternative zulässt, seien hier die Grundzüge dieses Benennungssystems angegeben: Insbesondere acyclische *Carbonsäuren*, *Aldehyde*, *Alkohole* und *Amine*, die terminal einen cyclischen Substituenten tragen, werden benannt, indem man den *unveränderten Stammnamen* des Cyclus mit dem *unveränderten Namen* der *acyclischen Komponente* kombiniert.



konjunktiv: 2-Naphthalinessigsäure

substitutiv: 2-Naphthyllessigsäure

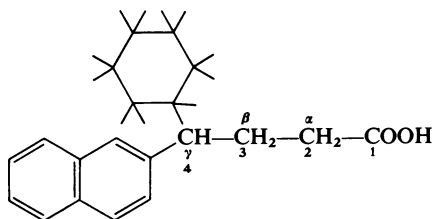


konjunktiv: Cyclohexanpropanol

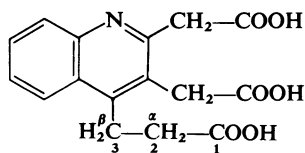
substitutiv: 3-Cyclohexylpropanol

aber:

konjunktiv: γ -Cyclohexyl-2-naphthalin-
buttersäure



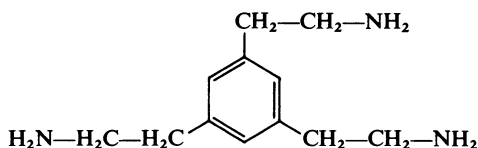
substitutiv: 4-Cyclohexyl-4-(2-
naphthyl)-buttersäure



konjunktiv: 4-(2-Carboxyethyl)-2,3-
isochinolindiessigsäure

substitutiv: 3-[2,3-Bis-(carboxymethyl)-
4-isochinoliny]-
propionsäure

Lediglich bei *mehrfach identisch substituierten* Systemen scheint die konjunktive Benennung zuweilen gewisse Vorteile zu bieten.



konjunktiv: 1,3,5-Benzoltri-
ethylamin

substitutiv: 2-[3,5-Bis-(2-amino-
ethyl)-phenyl]-ethylamin

besser: 1,3,5-Tris-(2-amino-
ethyl)-benzol

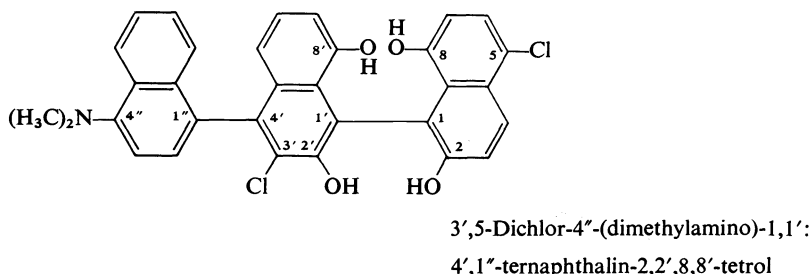
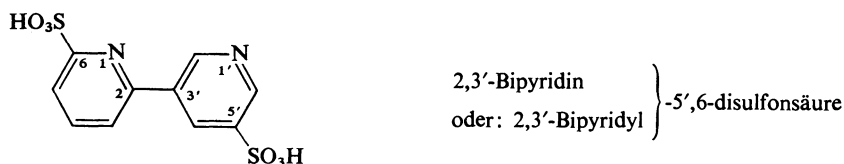
2.2.6. Die Nomenklatur für substituierte Aggregate identischer Einheiten

Wir haben schon bei der Besprechung der Stammsysteme erfahren, daß für Verbindungen, die aus identischen Komponenten zusammengesetzt sind, spezielle Benennungsvorschriften zu beachten sind (über deren Notwendigkeit man durchaus unterschiedlicher Ansicht sein kann). Das gleiche gilt für Aggregate identischer substituierter Untereinheiten, von denen zwei Typen vorkommen, solche die direkt mit Einfach- oder Doppel-

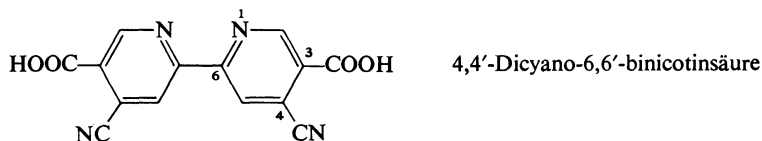
bindungen verknüpft und solche die substitutiv durch ein bi- oder polyvalentes Radikal verbunden sind.

2.2.6.1. Komponenten mit direkter Verknüpfung

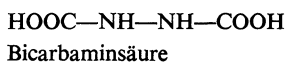
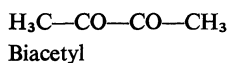
Hier werden zunächst die zugrundeliegenden unsubstituierten Stammkomponenten wie früher beschrieben (siehe Seite 32, 55) zusammengesetzt und dann wie normale Stammsysteme mit den Regeln der substitutiven Nomenklatur abgewandelt (kleinstmögliche Chiffren für Verknüpfungen!).



Können substituierte Teilkomponenten in Form von Trivialnamen verwendet werden, so behält man deren ursprüngliche Bezifferung bei.



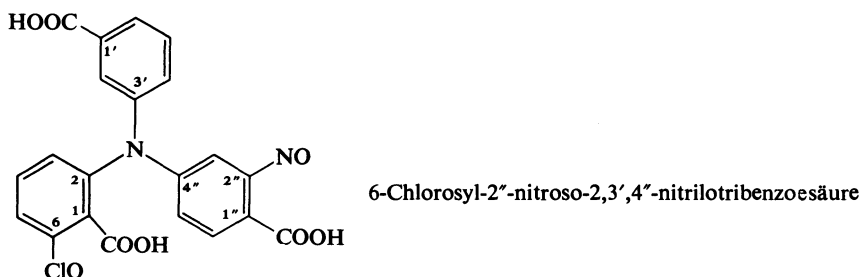
In seltenen Fällen wird diese Namensgebung auch für acyclische identische funktionelle Systeme verwendet:



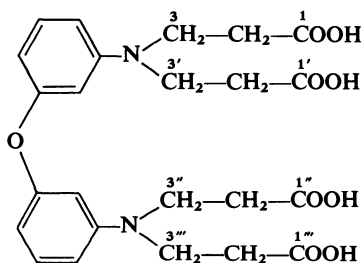
2.2.6.2. Identische Komponenten, die an di- oder polyvalente Radikale gebunden sind

Derartige Verbindungen werden benannt, indem man zunächst die Verknüfungspositionen der Komponenten (mit dem zentralen Radikal) angibt, dann den Namen dieses Radikals, dann Präfixe *di...*, *tri...* (gegebenenfalls auch *bis...*) usw. und schließlich den Namen der Komponente, einschließlich der charakteristischen Gruppe. Zusätzliche Substituenten werden als Präfixe beigegeben, wobei folgende Prioritäten der Bezifferung zu beachten sind:

1. Charakteristische Gruppen (Suffixe)
2. Verknüpfung
3. Präfix-Substituenten.

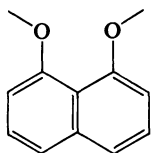


Bestehen die verbindenden Radikale selbst aus mehreren Teilen, so erweitert man das Konzept logisch:

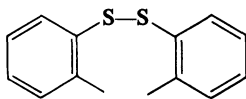


3,3',3'',3'''-Oxybis(*m*-phenylen-nitrilo)tetracarpionsäure

Will man derartige Systeme in Form von Diradikalen verwenden, so verfährt man völlig analog:



1,8-Naphthylendioxy ...



Dithio-di-o-phenylen ...

In Tabelle 10 wird eine Aufzählung der für diesen Nomenklaturtyp verwertbaren di- bzw. polyvalenten Zentralradikale gegeben:

Tabelle 10 Radikale, wie sie in der Nomenklatur für Aggregate identischer Einheiten verwendet werden

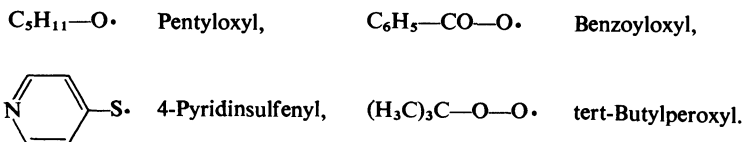
Radikalname	Formel
Ethylendi ...	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
Ethylendioxydi ...	$-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{O}-$
Azinodi ...	$=\text{N}-\text{N}=\text{N}-$
Azodi ...	$-\text{N}=\text{N}-$
Carbonimidoyldi ...	$-\text{C}(\text{NH})-$
Carbonyldi ...	$-\text{CO}-$
Carbonyldioxydi ...	$-\text{O}-\text{CO}-\text{O}-$
Dioxydi ...	$-\text{O}-\text{O}-$
Dithiodi ...	$-\text{S}-\text{S}-$
Hydrazodi ...	$-\text{NH}-\text{NH}-$
Iminodi ...	$-\text{NH}-$
Methylendi ...	$-\text{CH}_2-$
Methylendioxydi ...	$-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-$
Naphthylenbisazodi ...	$-\text{N}_2\text{C}_{10}\text{H}_6\text{N}_2-$
Nitrilotri ...	$-\text{N} \begin{smallmatrix} \diagup \\ \diagdown \end{smallmatrix}$
Oxydi ...	$-\text{O}-$
Phenylendi ...	$-\text{C}_6\text{H}_4-$
Phenylenbisazodi ...	$-\text{N}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2-$
Polythiodi ...	$-\text{S}_n-$
Seleninyldi ...	$-\text{SeO}-$
Selenodi ...	$-\text{Se}-$
Selenonyldi ...	$-\text{SeO}_2-$
Sulfinyldi ...	$-\text{SO}-$
Sulfonyldi ...	$-\text{SO}_2-$
Sulfonyldioxydi ...	$-\text{O}-\text{SO}_2-\text{O}-$
Tetramethylendi ...	$-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2-$
Thiodi ...	$-\text{S}-$
Thiocarbonyldi ...	$-\text{CS}-$
Trimethylendi ...	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$
Trimethylendioxydi ...	$-\text{O}(\text{CH}_2)_3\text{O}-$
Trithiodi ...	$-\text{S}-\text{S}-\text{S}-$
Ureylendi ...	$-\text{NH}-\text{CO}-\text{NH}-$

2.2.7. Die Benennung radikalischer und ionischer Spezies

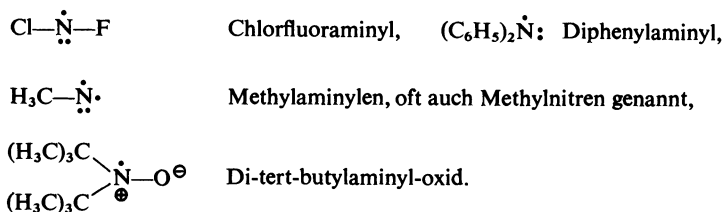
2.2.7.1. Freie Radikale

Elektrisch neutrale Atomgruppen, die ein ungepaartes Elektron aufweisen, bezeichnet man als freie Radikale und charakterisiert sie grundsätzlich mit der Endung ... yl. Wie man Stammsysteme im nomenklatorischen Sinne zu Radikalen (Gruppen, Substituenten) abwandelt, haben wir in den entsprechenden Kapiteln kennengelernt; die dort erhaltenen Radikalnamen können direkt zur Benennung realer freier Radikale verwendet werden.

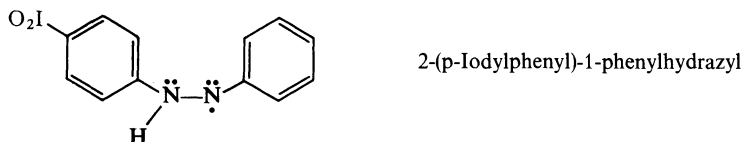
Sauerstoffradikale, die sich meist von Säuren, Alkoholen usw. ableiten, erhalten die Endung ... oxyl; die Radikalnamen anderer Gruppen kann man oft direkt aus den entsprechenden Präfixen der substitutiven Nomenklatur ableiten.



Freie Radikale, die von Aminen abgeleitet sind, werden als *Aminyle* bezeichnet, entsprechende Diradikale als *Aminylene*.



Vom Hydrazin abgeleitete Radikale heißen Hydrazyle.



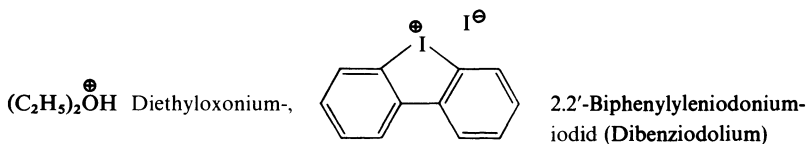
2.2.7.2. Kationen

Bei der Festlegung der Nomenklaturregeln für organische Kationen hat man vier verschiedene Verfahrensweisen zu beachten; die Behandlung von Kationen in der „a“-Nomenklatur ist bereits auf Seite 44 vorgeführt worden.

- a) Kationen, die sich von den in Tabelle 11 zusammengestellten . . . *onium*-Grundtypen ableiten.

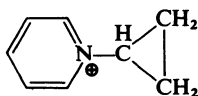
Tabelle 11 *Onium-Grundtypen in absteigender Priorität*

Ion	Gattungsname	Kation als Präfix
$\text{H}_4\text{N}^\oplus$	Ammonium	Ammonio
$\text{H}_3\text{O}^\oplus$	Oxonium	Oxonio
$\text{H}_3\text{S}^\oplus$	Sulfonium	Sulfonio
$\text{H}_3\text{Se}^\oplus$	Selenonium	Selenonio
$\text{H}_3\text{Te}^\oplus$	Telluronium	Telluronio
$\text{H}_2\text{F}^\oplus$	Fluoronium	Fluoronio
$\text{H}_2\text{Cl}^\oplus$	Chloronium	Chloronio
$\text{H}_2\text{Br}^\oplus$	Bromonium	Bromonio
$\text{H}_2\text{I}^\oplus$	Iodonium	Iodonio

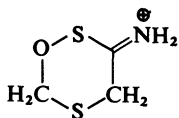


- b) Kationen, die durch Fixierung eines Protons oder einer anderen positiven Gruppe an einem Heteroatom einer trivial oder systematisch benannten Verbindung entstehen, erhalten nach dem Verbindungs-namen die Endung . . . *ium* (siehe auch Heterocyclen-Nomenklatur S. 54). Ein angefügtes Proton wird nötigenfalls wie ein indizierter Wasserstoff behandelt.

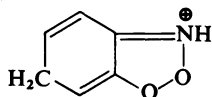
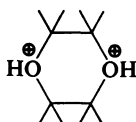




1-Cyclopropylpyridinium- . . .

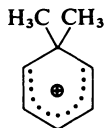
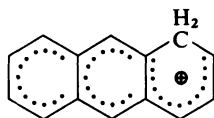


1,2,5-Oxadithian-3-iminium- . . .

 $3H^{\oplus},6H$ -Benzo-1,2,3-dioxazolium- . . .

1,4-Dioxandium- . . .

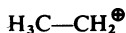
- c) Auch Kationen, die durch Addition eines Protons an einen ungesättigten Kohlenwasserstoff entstehen, erhalten nach dem Stammterminus die Endung . . . *ium*, nötigenfalls mit Platzbezeichnung.

1,1-Dimethylbenzenium- . . . (die direkte Übertragung ins Deutsche wäre *Benzolium*; aber auch die Begriffe *Benzolenium*, *Benzolonium* und *Phenonium* finden sich noch in der Literatur)

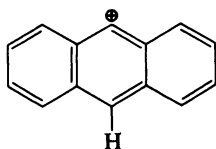
1H-Anthracenium- . . .

aber auch:
 $[H_3C-CH_4]^{\oplus}$
 Ethanum

- d) Bildet man Kationen durch Abzug eines Elektrons von einer Radikalstelle, so fügt man dem *Radikalbegriff* den *Terminus Kation* nach, wenn man nur die entsprechende kationische Spezies beschreiben will; zur Benennung der vollständigen Verbindung (einschließlich Gegenion) verwendet man *hinter dem Radikalbegriff* die Endung . . . *ium*- . . .

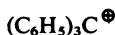


Ethyl-Kation, $[H_3C-CH_2^{\oplus}][FSO_3^{\ominus}]$ Ethylium-fluorsulfonat



9-Anthryl-Kation

9-Anthrylium- ...



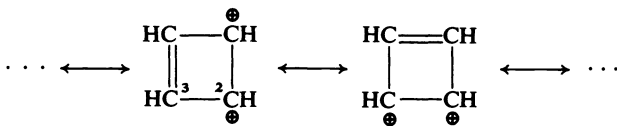
Triphenylmethyl-Kation oder *Trityl*-Kation

Triphenylmethylium- ... oder Triphenylcarbenium- ...²



Cyclopropenyl-kation

Cyclopropenylium- ...



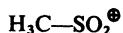
3-Cyclobuten-1,2-ylene-dikation

3-Cyclobuten-1,2-dylium- ...



Ethyliden-dikation

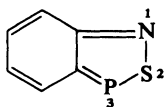
Ethan-1,1-dylium- ...



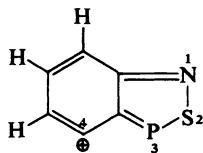
Methansulfonyl-kation

Methansulfonylium- ...

Bei komplizierteren Systemen ist die Benennung abgeleiteter Kationen unter Umständen nicht ganz einfach, wie die folgenden Beispiele belegen.

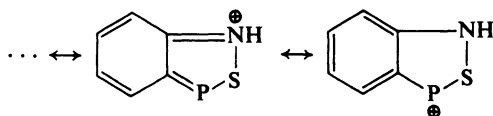


2,1,3-Benzothia-
zaphosphol



2,1,3-Benzothiaza-
phosphol-4-yl-kation

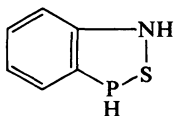
d) 2,1,3-Benzothiaza-
phosphol-4-ylium- ...



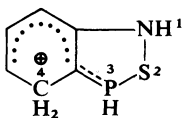
b) 1H[⊕]-2,1,3-Benzothia-
zaphospholium- ...

² Positive Ionen des Kohlenstoffes sollen nach einem Vorschlag von G. A. Olah, Angew. Chem. **85**, 183 (1973); Angew. Chem. Internat. Edit. **12**, 173 (1973), unter dem Begriff *Carbokationen* zusammengefaßt werden.

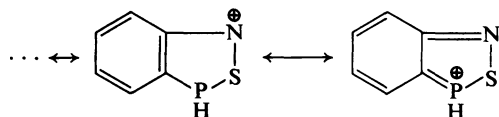
Ionen, die sich von CH_3^{\oplus} ableiten, können generell als *Carbeniumionen* bezeichnet werden; Elektronenmangel-Verbindungen vom Typ CH_5^{\oplus} soll dann die Bezeichnung *Carboniumionen* vorbehalten bleiben.



1H,3H-2,1,3-Benzothiazaphosphol



c) 1H,3H,4H-2,1,3-Benzothiazaphospholium- ...

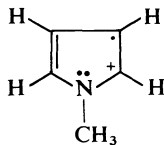


aber:

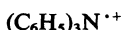
b) 3H⁺-2,1,3-Benzothiazaphospholium- ...

2.2.7.3. Kationradikale (Radikalkationen)

Diese Spezies kann man sich formal durch Addition eines Protons (oder einer anderen positiven Gruppe) an ein Radikal entstanden denken. Auch hier pflegt man zwei Bezeichnungsweisen, indem man den Terminus *Kation³ dem Verbindungsnamen nachordnet*, oder, indem man an den Verbindungsnamen bzw. eine geeignete Variante davon die Endung ... *iumyl* ... anhängt.

Methan-Kation
Methaniumyl- ...Anthracen-Kation
Anthraceniumyl- ...1-Methylpyrrol-kation⁴

1-Methyl-2-pyrrolium-3-yl- ...

Triphenylamin-Kation
Triphenylamoniumyl- ...

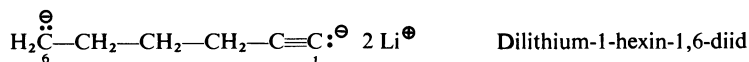
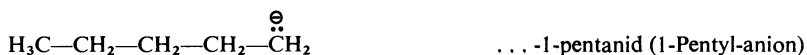
2.2.7.4. Anionen

Anionen, die durch Verlust eines Protons aus den funktionellen Gruppen von Säuren entstehen, werden benannt, indem man den Begriff ... *säure* in ... *oat* bzw. ... *at*, den Begriff ... *carbonsäure* in ... *carboxylat* umwandelt. Z.B.: Decanoat, Naphthalinsulfonat, Cyclobutancarboxylat.

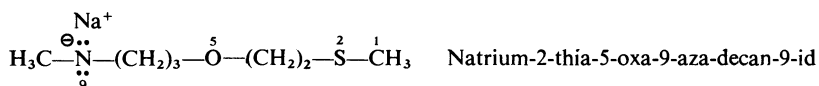
³ ... -Kationradikal wäre einleuchtender.

⁴ Dieser Begriff ist nicht weiter spezifizierbar.

Die Salze der trivial benannten Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure heißen systematisch: Formiat, Acetat, Butyrat (vgl. die klareren Verhältnisse im Englischen). Salze von Alkoholen und Thioalkoholen erhalten die Endungen ... *olat* (bzw. ... *oxid*) und ... *thiolat* (bzw. ... *sulfid*). Anionen, die durch Deprotonierung von Kohlenwasserstoffen entstehen, sogenannte *Carbanionen*, erhalten den Suffix ... *id* hinter dem Stammnamen. Zuweilen werden solche Spezies auch als ... *yl-Anionen* bezeichnet.



Eine Übertragung dieses Verfahrens auf Heterosysteme ist zwar in den IUPAC-Regeln nicht angemerkt, erscheint aber logisch.



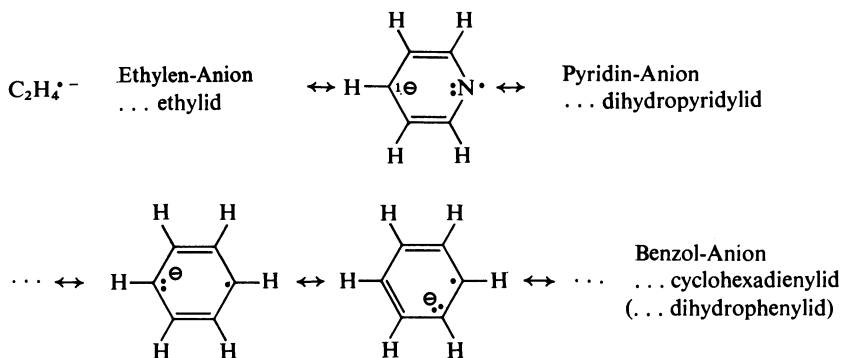
Ausnahmen:

Salze des *Acetylens* werden weiterhin als *Acetylide* bezeichnet. Auch gebräuchliche Namen wie *Butyllithium* und *Phenylnatrium* werden beibehalten.

2.2.7.5. Radikalanionen (Anionradikale)

Verbindungen, die man formal durch Verlust eines Protons aus einem Radikal erhält, werden durch Anhängen des Suffix ... *id* an den Radikalnamen, oder durch Anfügen des Terminus ... *anion*⁵ hinter dem Verbindungsnamen charakterisiert.

⁵ ... -Radikalanion wäre einleuchtender.

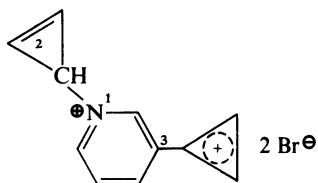
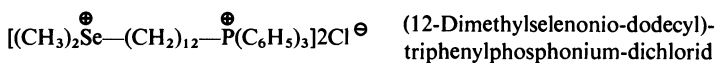


Verbindungen wie $R_2\dot{C}-\ddot{O}:\ominus$ heißen weiterhin *Ketyle*.

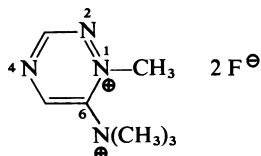
2.2.7.6. Verbindungen mit zwei (oder mehr) gleichartigen ionischen Zentren

Befinden sich in ein und derselben Verbindung zwei (oder mehr) kationische oder anionische Zentren, so müssen diese Strukturelemente zum Teil als Präfixe behandelt werden. Kationen, die auf ... *ium* enden werden hierbei zu ... *io*, Anionen mit den Endungen ... *at* oder ... *id* zu ... *ato* bzw. ... *ido* abgewandelt. Als Ausnahmen werden auch anionische Substituenten vom Typ $-\ddot{O}:\ominus$ und $-\ddot{S}:\ominus$ als *Oxido* ...- und *Sulfido* ...- Präfixe verwendet.

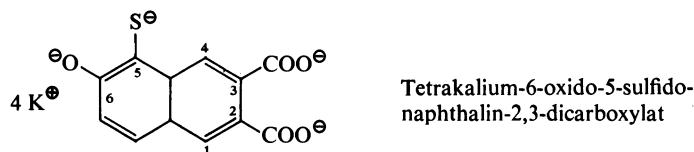
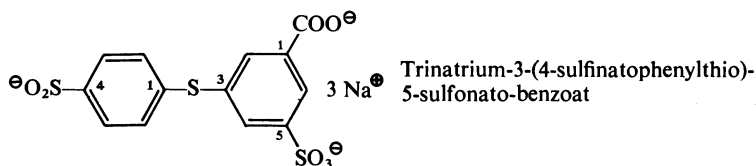
Die Prioritäten werden dabei wie folgt gewahrt: Kationen: 1. Kohlenstoffzentren, 2. Heterozentren gemäß „a“-Term-Tabelle 4. Cyclen vor Acyclen. Anionen: Reihenfolge der Tabelle 7.



[1-(2-Cyclopropenyl)-3-pyridinio]cyclopropenylum-dibromid

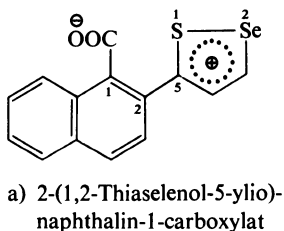
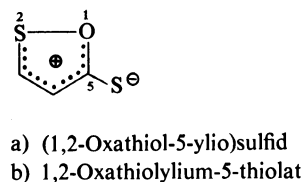
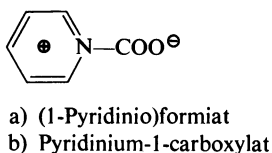
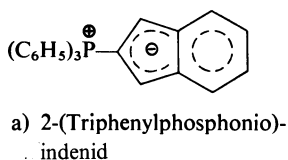
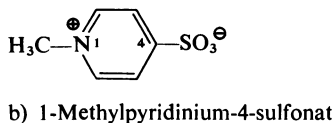
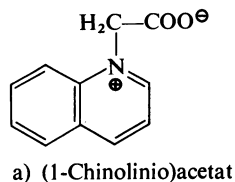


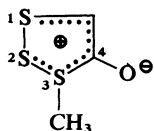
1-Methyl-6-trimethylammonio-1,2,4-triazin-3-ium-difluorid



2.2.7.7. Verbindungen mit positiven und negativen Zentren

Für derartige Verbindungen stehen wieder zwei Benennungsweisen zur Verfügung, je nach dem ob man a) ein Kation als Präfix in ein Anion substituiert, oder b) ein Anion als Suffix einem durch ...ium oder ...ylium charakterisierten Kation zuordnet. (Beachte die verschiedenen Varianten der Kationenbenennung!)





a) (3-Methyl-1,2,3-trithiol-4-yl)oxid

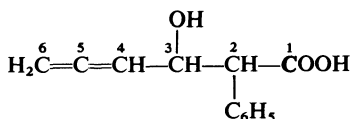
b) 3-Methyl-1,2,3-trithiolium-4-olat

2.3. Kurze Exemplifizierung der allgemeinen Nomenklaturregeln für die wichtigsten Verbindungsklassen

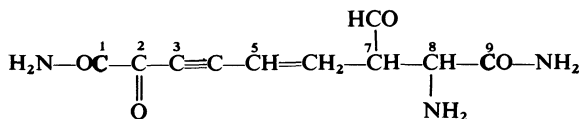
Wegen des leider noch immer fortdauernden Gebrauchs verschiedener Nomenklaturarten für ein und dieselbe Verbindungsklasse ist es notwendig, einige Hinweise darauf zu geben, nach welchen Prinzipien (sofern solche überhaupt zu erkennen sind) im allgemeinen zu verfahren ist. Es sollen aber hier nur diejenigen Verbindungsklassen gesondert besprochen werden, deren Benennungen sich gemäß Tabelle 8 nicht von selbst verstehen. Die zahlreich vorkommenden Trivialnamen werden grundsätzlich in den Tabellen des Anhangs zusammengefaßt. Die übrigen Verbindungsklassen werden in den Beispielen beiläufig berücksichtigt.

2.3.1. Carbonsäuren, Sulfonsäuren u.a. und ihre Derivate

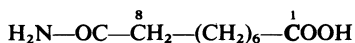
Die *substitutive Nomenklatur* erlaubt bei Carbonsäuren zwei Alternativen, je nach dem, ob man den Kohlenstoff der funktionellen Gruppe in den Stammnamen einbezieht^a oder nicht. Grundsätzlich bevorzugt man für lineare Systeme die erste Alternative, sobald nicht mehr als zwei Carboxylgruppen vorhanden sind. Bei cyclischen Carbonsäuren gibt man die ganze funktionelle Gruppe als Suffix an.



3-Hydroxy-2-phenyl-4,5-hexadien-säure

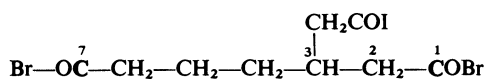


8-Amino-7-formyl-2-oxo-5-nonen-3-in-diamid

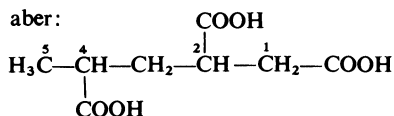


8-Carbamoyloctan-säure

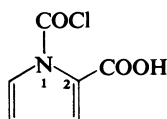
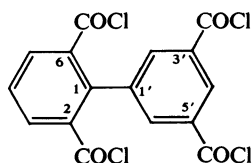
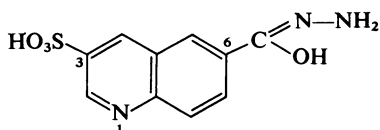
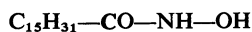
^a Fettgedruckte Atome sind in den Stammnamen einbezogen.

3-(Iodformylmethyl)-
heptandioyl-dibromid

aber:

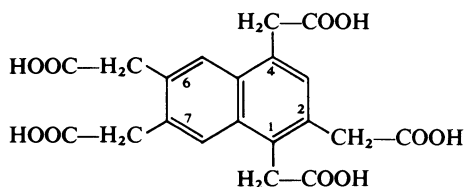
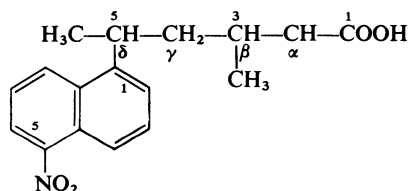


1,2,4-Pentantricarbonsäure

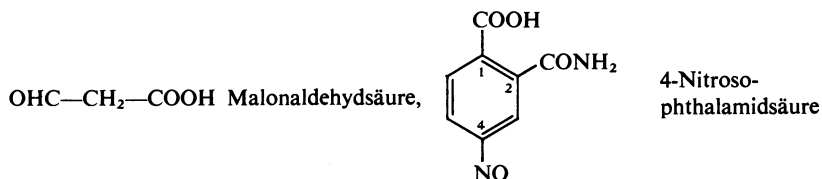
1-Chlorformyl-2-
pyrrolcarbonsäure2,6,3',5'-Biphenyltetra-
carbonyl-tetrachlorid3-Sulfo-6-chinolinicar-
bohydrazonsäure

Hexadecanhydroxamsäure

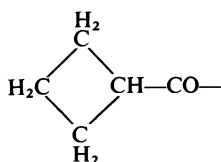
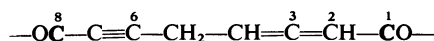
Die Verwendung der *konjunktiven Nomenklatur* sollte auf mehrfach gleichartig substituierte Systeme beschränkt bleiben. Monofunktionelle Säuren können substitutiv einheitlicher benannt werden, da nicht einzusehen ist, warum man einerseits Phenylelessigsäure, andererseits aber Naphthalinessigsäure sagen sollte.

1,2,4,6,7-Naphthalinpentaessigsäure,
nicht: [2,4,6,7-Tetrakis-(carboxy-
methyl)-2-naphthyl]-essigsäure3-Methyl-5-(5-nitro-1-naphthyl)-
hexan-säure, nicht:
 β , δ -Dimethyl-5-nitro-1-
naphthalinvalerian-säure

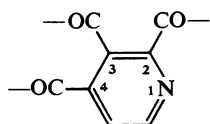
Halbamide und Halbaldehyde trivial benannter Dicarbonsäuren werden in einer Ausnahmeregelung als *Amidsäuren* bzw. *Aldehydsäuren* bezeichnet.



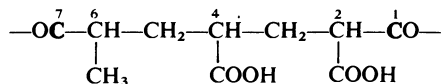
Die *Radikale* der verschiedenen Säurederivate (allgemein: *Acyl*...), die entstehen, wenn man aus der funktionellen Gruppe —OH entfernt und die in der radikofunktionellen Nomenklatur Verwendung finden, werden benannt, indem die Endung ... *säure* in ... *oyl* und ... *carbon-säure* in ... *carbonyl* abgewandelt wird.

Cyclobutancarbonyl⁶

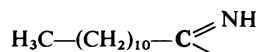
2,3-Octadien-6-in-diyl



2,3,4-Pyridintricarbonyl



2,4-Dicarboxy-6-methyl-heptandiyl

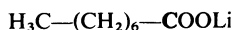


Dodecanimidoyl

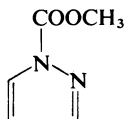
Salze und Ester der Carbonsäuren und analoger Verbindungen werden benannt, indem man den Namen des Metalls bzw. des veresternden Radikals vor den anionisierten Namen der Säure stellt. Gemeinsames

⁶ Nur wenn dieser Rest als Säurerest fungiert. In allen anderen Fällen muß es Cyclobutylcarbonyl heißen!

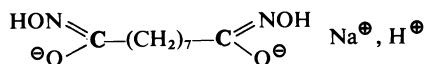
Vorkommen beider Funktionen wird entsprechend angezeigt. Für saure Ester und Salze verfährt man analog. In komplizierteren Fällen kann man auch sagen: ... *salz* bzw. ... *ylester* der ... *säure*. (Ähnliches gilt im übrigen auch für andere Säurederivate wie Amide, Nitrile.)



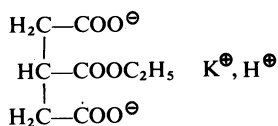
Lithium-octanoat (oder Lithiumsalz der Octan-säure)



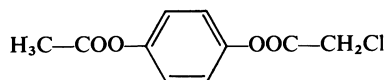
Methyl-1-pyrazolcarboxylat (oder 1-Pyrazol-carbonsäuremethylester)



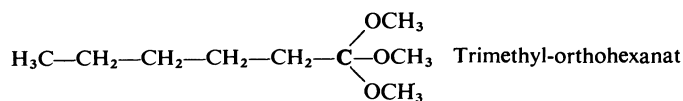
Natrium-hydrogen-nonandihydroximat



Kalium-2-ethyl-hydrogen-propantricarboxylat (saures Kaliumsalz oder Monokaliumsalz des Propantricarbonsäure-2-ethylesters)



p-Phylen-acetat-chloracetat

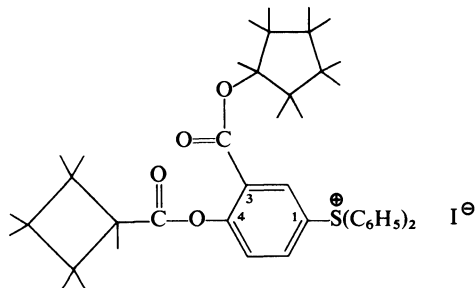


Trimethyl-orthohexanat

vgl. auch $\text{C}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$

Tetraethyl-orthocarbonat

Ist eine bevorrechtigte funktionelle Gruppe vorhanden, müssen die Esterfunktionen als Präfixe eingesetzt werden.

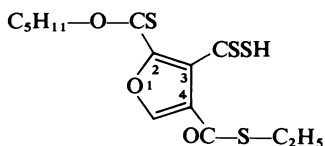


[4-(Cyclobutylcarbonyloxy)-3-(cyclopentyloxy)carbonyl]-phenyl]-diphenylsulfonium-iodid

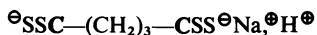
Thiocarbonsäuren, Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säuren und ihre Thioderivate werden völlig analog behandelt, nur müssen gegebenenfalls Veresterungspositionen u.a. gesondert vermerkt werden.



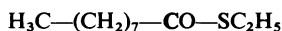
Ethansulfonylbromid (sonst Ethylsulfonyl!)



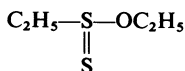
4-[(Ethylthio)carbonyl]-2-[(pentyloxy)-thiocarbonyl]-3-furancarbodithiosäure



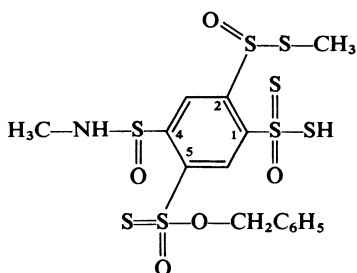
Natrium-hydrogen-pentanbis(dithioat)



S-Ethyl-nonanthioat



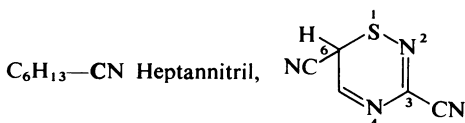
O-Ethyl-ethanthiosulfinat



5-[Benzyloxy(thiosulfonyl)]-4-(N-methylsulfinaoyl)-2-[(methylthio)sulfinyl]-benzoldithiosulfon-S-säure

2.3.2. Nitrile, Isocyanide und ähnliche Verbindungen

Wie Carbonsäuren können Nitrile *substitutiv* nach zwei Verfahren benannt werden, unter Einbeziehung oder unter Ausschluß des C-Atoms der funktionellen Gruppe in den Stamm.

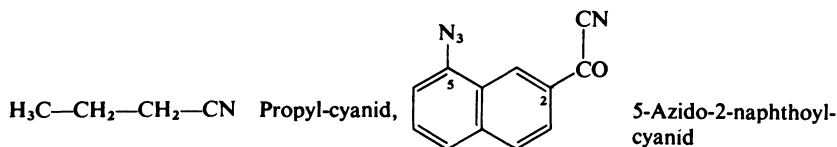


6H-1,2,4-Thiadiazin-3,6-dicarbonitril

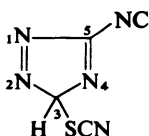
Nitrile, die sich von trivial benannten Carbonsäuren ableiten, haben die Endung . . . *onitril*.

$\text{C}_3\text{H}_7\text{—CN}$ Butyronitril (von Buttersäure)

Daneben ist hier auch die *radikofunktionelle* Nomenklatur gebräuchlich, nach der man von . . . *yl-cyaniden* spricht.



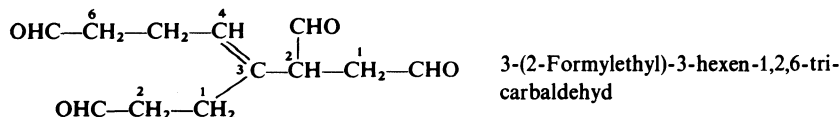
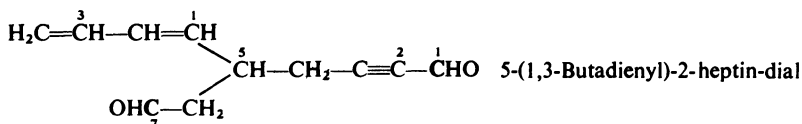
Isocyanide und ähnliche Verbindungen werden nur *radikofunktionell* benannt, sofern die funktionelle Gruppe nicht als substitutives Präfix verwendet wird.



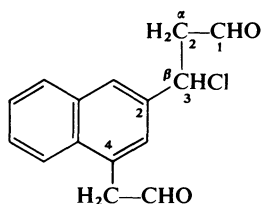
3-Thiocyanato-3H-1,2,4-triazol-5-yl-isocyanid

2.3.3. Aldehyde und Ketone

Die beiden *substitutiven* Benennungsmöglichkeiten für *Aldehyde* werden wie bei Carbonsäuren, Nitrilen u.a. realisiert.



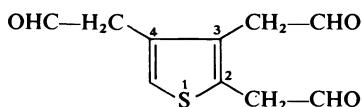
Die *konjunktive* Bezeichnungsweise für Aldehyde sollte man, wenn möglich, wieder nur für mehrfach gleichartig substituierte Systeme anwenden.



3-Chlor-3-[4-(formylmethyl)-2-naphthyl]-
propionaldehyd

nicht:

β -Chlor-4-(formylmethyl)-2-naphthalin-
propionaldehyd

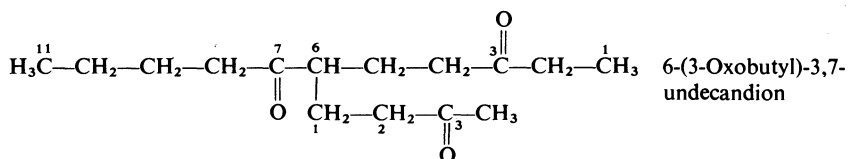


aber:

2,3,4-Thiophentriacetaldehyd und nicht:

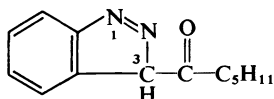
[3,4-Bis(formylmethyl)-2-thienyl]-acetaldehyd

Die Benennungsvorschriften für *Ketone* sind sehr vielfältig und in ihren Anwendungsbereichen leider nicht streng voneinander abgegrenzt. Am einfachsten gestaltet sich wieder die Handhabung der *substitutiven* Regeln, die vor allem bei linearen Systemen Anwendung finden.



6-(3-Oxobutyl)-3,7-
undecandion

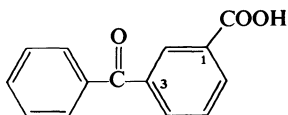
Dieses Benennungsverfahren wird auch verwendet, wenn die Ketofunktion einseitig an eine cyclische Komponente geknüpft ist. In solchen Fällen kann man die acyclische Komponente aber auch als Acylrest auffassen, der den Ring substituiert.



1-(3*H*-Indazol-3-yl)-1-hexanon

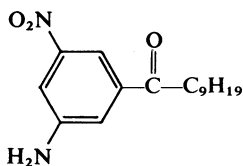
oder: 3-Hexanoyl-3*H*-indazol

oder: (3*H*-Indazol-3-yl)-pentyl-keton
(s. unten)

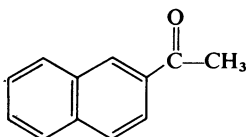


3-Benzoyl-benzoesäure

In einer *Ausnahmeregelung* werden für Ketone des obigen Typs, die Phenyl- oder Naphthylkomponenten aufweisen, die Endungen ... *ophenon* und ... *onaphthon* verwendet.

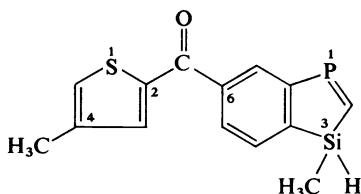


3'-Amino-5'-nitro-decanophenon oder:
(3-Amino-5-nitrophenyl)-nonyl-keton (s.u.)



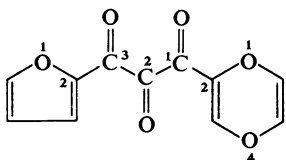
2-Acetonaphthon oder:
Methyl-(2-naphthyl)-keton (s.u.)

Am einfachsten anwendbar für Monoketone ist wohl die *radikofunktionelle* Nomenklatur, bei der beide Komponenten als Radikale vor den Gattungsbegriff . . . *keton* gestellt werden.



(3-Methyl-3H-1,3-benzophosphasilol-6-yl)-
(4-methyl-2-thienyl)-keton

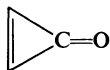
Polyketone, bei denen mehrere direkt verbundene Ketogruppen an beiden Enden mit Ringen versehen sind, werden *substitutiv* oder *radikofunktionell* benannt.



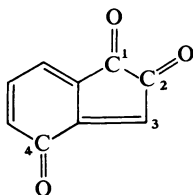
1-(1,4-Dioxin-2-yl)-3-(2-furyl)-propan-
trion oder:
(1,4-Dioxin-2-yl)-(2-furyl)-triketon

Cyclische Ketone werden im allgemeinen *substitutiv* benannt. Weist das zugrundeliegende cyclische System bereits $>\text{CH}_2$ Gruppen auf, so ist das Verfahren unproblematisch. Wird jedoch durch die Umwandlung einer $>\text{CH}$ Gruppierung in eine $>\text{CO}$ Gruppe zwangsläufig noch eine zusätzliche Position gesättigt, so muß dies durch Angabe des entsprechenden indizierten Wasserstoffs berücksichtigt werden, wobei dann *ausnahmsweise* die CO-Gruppe die höhere Priorität hat. In komplexeren Fällen, vor allem wenn mehrere $>\text{CO}$ Gruppen vorliegen, kann man auch die *oxo*-Präfixe

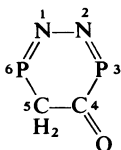
verwerten, muß dann allerdings zuvor den jeweiligen Hydrierungsgrad angeben.



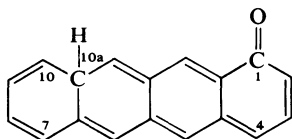
Cyclopropenon



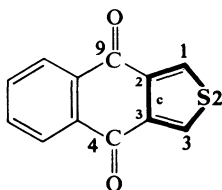
1,2,4-Indantrion



1,2,3,6-Diazadiphosphorin-4(5H)-on

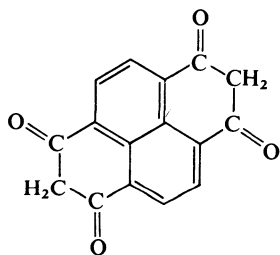


1(10aH)-Naphthacenon



4,9-Naphtho[2,3-c]thiophendion oder:

4,9-Dioxo-4,9-dihydro-naphtho[2,3-c]thiophen



1,3,6,8(2H,7H)-Pyrentetron oder:

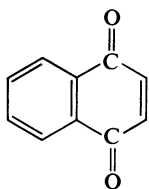
1,3,6,8-Tetraoxo-1,2,3,6,7,8-hexahydropyren

Anmerkung:

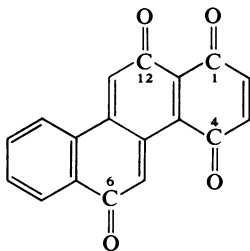
Für einige Ketone, die sich von ... *idin*- bzw. ... *olin*-Heterocyclen ableiten, verwendet man an Stelle der systematischen Endungen ... *idinon* bzw. ... *olinon* die abgekürzten

Suffixe . . . *idon* bzw. . . . *olon*. Z.B. Pyridon für Pyridinon und Pyrazolon für Pyrazolinon. Wegen dieser, eigentlich kaum noch zu vertretender, Ausnahmeregeln müssen dann die Ketone des Pyrazols z.B. als *Oxo-pyrazole* bezeichnet werden!

Von Aromaten abgeleitete Di- und Tetraketone, bei denen die typische *chinoide Doppelbindungsanordnung* vorliegt, werden durch das Suffix . . . *chinon* bzw. . . . *dichinon* charakterisiert, wobei die Stammnamen zuweilen gewissen Änderungen unterliegen.

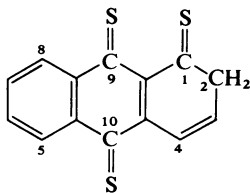
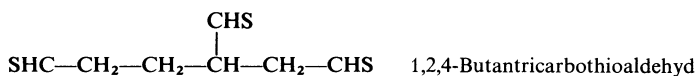


1,4-Naphthochinon

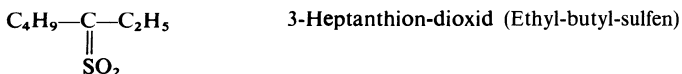


1,4,6,12-Chrysendichinon

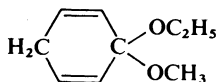
Die Übertragung all dieser Regeln auf *Thioaldehyde* und *Thioketone* ist unproblematisch und soll nur durch zwei Beispiele belegt werden.

1,9,10-Trithio-1,2,9,10-tetrahydroanthracen
oder:1,9,10(2*H*)-Anthracentrithion

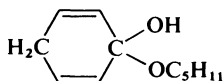
Am Schwefel weiteroxidierte Thioaldehyde und Thioketone werden additiv als *Thioaldehydoxide* und *-dioxide* bzw. *Thioketonoxide* und *-dioxide* benannt. Ob die häufig verwendeten Bezeichnungen *Sulfine* bzw. *Sulfene* beibehalten werden sollen, ist noch nicht entschieden.



Acetale können entweder direkt als Derivate der zugrundeliegenden Carbonylverbindung bezeichnet werden, oder, einfacher, substitutiv als ... *oxy* ...-Verbindungen. Der Begriff *Ketal* wird nicht mehr verwendet. *Halbacetale* werden als substituierte Alkohole aufgefaßt.

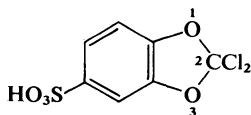


2,5-Cyclohexadien-1-on-ethyl-methyl-acetal
oder:
3-Ethoxy-3-methoxy-1,4-cyclohexadien



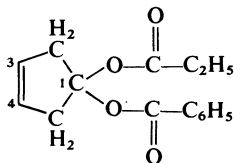
1-(Pentyloxy)-2,5-cyclohexadien-1-ol

Cyclische Acetale lassen sich am einfachsten als Heterocyclen benennen; ist die $\text{H}_2\text{C} \begin{smallmatrix} \diagup \text{O} \\ \diagdown \end{smallmatrix}$ -Gruppierung vorhanden, kann man sie auch als *Methylenedioxy* ...-Derivate beschreiben.

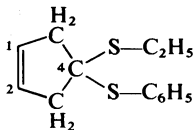


2,2-Dichlor-1,3-benzodioxol-5-sulfonsäure
oder:
3,4-(Dichlormethylenedioxy)-benzolsulfonsäure

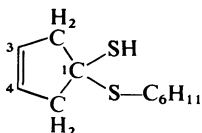
Acylale und *Thioacetale* schließlich werden nur noch substitutiv als Ester bzw. als ... *ylthio* ...-Verbindungen benannt.



3-Cyclopentenyliden-benzoat-propionat



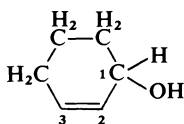
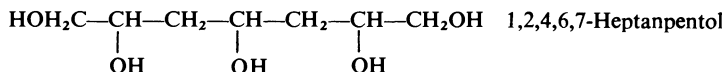
4-(Ethylthio)-4-(phenylthio)-cyclopenten



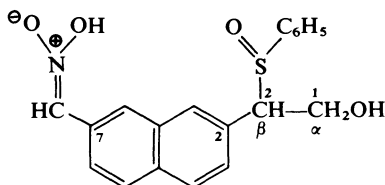
1-(Cyclohexylthio)-3-cyclopenten-1-thiol

2.3.4. Alkohole, Phenole und ihre Derivate

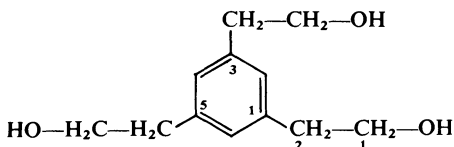
Alkohole und Phenole werden grundsätzlich *substitutiv* benannt. Die *konjunktiven* Regeln sollten hier wieder nur für mehrfach gleichartig substituierte Ringalkohole angewendet werden.



2-Cyclohexen-1-ol

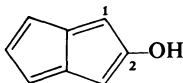


7-aci-Nitromethyl- β -phenylsulfinyl-2-naphthalinethanol besser:
2-(7-aci-Nitromethyl-2-naphthyl)-2-(phenyl-sulfinyl)-ethanol

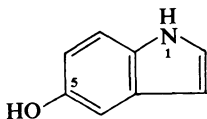


aber:

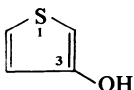
1,3,5-Benzotriethanol
nicht: 2-[3,5-Bis-(2-hydroxyethyl)-phenyl]-ethanol



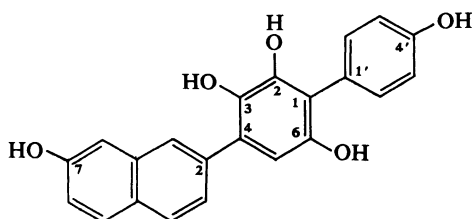
2-Pentalenol



Indol-5-ol oder 5-Indolol



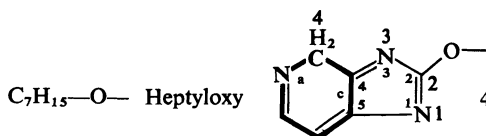
3-Hydroxythiophen (weil Thiophenol zur Verwechslung mit $\text{C}_6\text{H}_5\text{-SH}$ führen würde!)



4-(7-Hydroxy-2-naphthyl)-
2,3,6,4'-biphenyltetrol

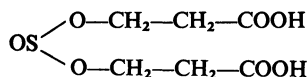
Die *radikofunktionelle* Nomenklatur findet nur bei einfachen aliphatischen und alicyclischen Alkoholen (z.B. Methylalkohol, Pentylalkohol, Cyclohexylalkohol usw.) Verwendung und könnte auch hier durchaus aufgegeben werden.

Die *Radikale* der Alkohole werden durch die Endung ... *yloxy* charakterisiert.



4H-1,3-Imidazolo[4,5-c]pyrid-2-yloxy

Folgende *abgekürzte Formen* werden beibehalten: *Methoxy*, *Ethoxy*, *(iso-)Propoxy*, *(iso-, sec-, tert-)Butoxy*, *Phenoxy*. *Divalente Radikale* dieser Art ($-O-(CH_2)_n-O-$) werden als Methylen-, Ethylen-, Trimethylen-dioxy-Gruppen bezeichnet. $-O-CO-O-$ und $-O-SO_2-O-$ usw. Gruppen erhalten die Bezeichnung Carbonyldioxy und Sulfonyldioxy (s. Abschnitt 2.2.6.2.).



3,3'-(Sulfinyldioxy)dipropionsäure

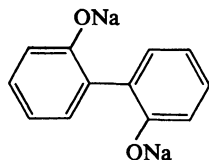
Salze von Alkoholen oder Phenolen, die auf ... *olate* enden, können grundsätzlich als ... *olate* bezeichnet werden.



Magnesium-di-(1-propanolat)

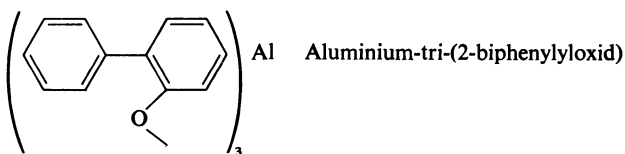
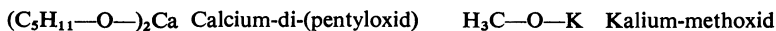


Lithium-benzylalkoholat

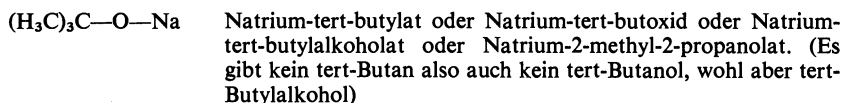


Dinatrium-2,2'-biphenyl-diolat

Alternativ können Alkoholate auch als . . . *oxide* bezeichnet werden.



Für Salze *radikofunktionell* bezeichneter Alkohole steht auch die Endung . . . *ylat* zur Verfügung.

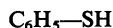


Angesichts der Bezeichnungsvielfalt für das letzte Beispiel ist es doch angebracht die Empfehlung auszusprechen, sich bei der Benennung von Alkoholaten auf die substitutive Methode mit der Endung . . . *olat* zu beschränken.

Thioanalogue Alkohole werden *Thiole* genannt, die ältere Bezeichnung *Mercaptane* wird (außer als Präfix Mercapto für die $-\text{SH}$ -Gruppe) nicht mehr verwendet. Auch hier ist die *substitutive* Nomenklatur zu bevorzugen, da die *radikofunktionelle* Nomenklatur keinerlei Vorteile bietet. In der Benennung der Salze schließe man sich an die Verfahrensweise bei den Alkoholaten an.



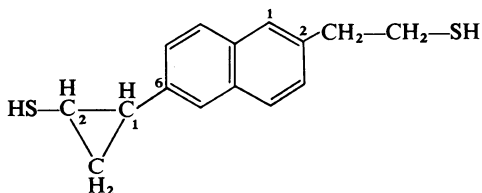
Propandithiol (Trimethylen-dihydrosulfid)



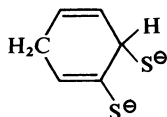
Benzolthiol (hier ausnahmsweise auch Thio-phenol erlaubt. Vorsicht: Thiophen-ol!)



Phenylmethanthiol oder Toluolthiol

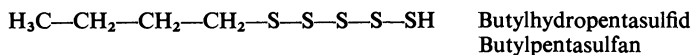


substitutiv:
 2-[6-(2-Mercaptocyclopropyl)-2-naphthyl]-ethanethiol
 konjunktiv:
 6-(2-Mercaptocyclopropyl)-2-naphthalinethanethiol
 radikofunktionell:
 2-[6-(2-Mercaptocyclopropyl)-2-naphthyl]-ethyl-hydrosulfid



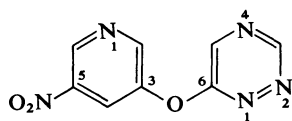
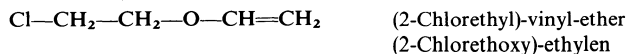
Dinatrium-2,5-cyclohexadien-
1,2-dithiolat

Während Hydroperoxide *radikofunktionell* einheitlich als ... *ylhydroperoxide* bezeichnet werden, stehen für entsprechende *Hydrodi-* und *Hydropolysulfide* zwei Benennungsvarianten zur Verfügung, je nach dem, ob man die Betonung auf die Sulfidgruppierung oder die Schwefelkette legen will.

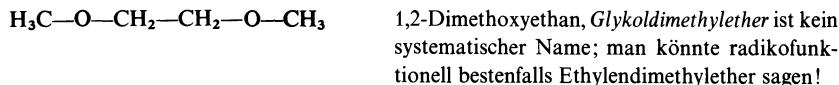


2.3.5. Ether und Thioether

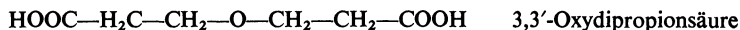
Ether werden *radikofunktionell* oder *substitutiv* benannt, mit einer gewissen Bevorzugung der ersteren Methode für einfache Ether.



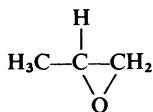
(1,2,4-Triazin-6-yl)-(5-nitro-3-pyridyl)-ether
6-(5-Nitro-3-pyridyloxy)-1,2,4-triazin



Sind zwei identische aber komplexere Einheiten durch einen Sauerstoff verknüpft, kann man die Nomenklatur identischer Aggregate verwenden.



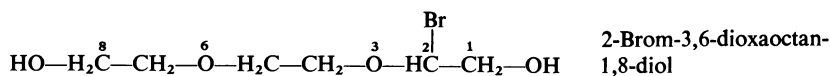
Ein cyclischer Ether vom *Epoxid*-Typ wird entweder *additiv* als ... *oxid*, *substitutiv* als *Epoxy* ... (vgl. auch die überbrückten Systeme, S. 56), oder am besten als *Heterocyclus* benannt.



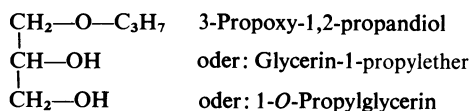
Methyloxiran
1,2-Epoxypropan
Propenoxid

(Propylenoxid ist nur richtig, wenn man den Trivialnamen *Propylen* anstelle von *Propen* beibehält)

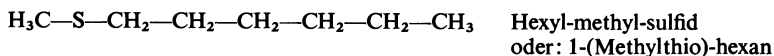
Für lineare Polyether empfiehlt sich die *Ersetzungsnomenklatur* (S. 46).



Monoether von Polyalkoholen werden am besten *substitutiv* benannt; zuweilen aber auch recht trivial, in dem man dem Namen des Alkohols . . . *monomethylether* bzw. . . . *-methylether* etc. folgen läßt.



Der Gattungsbegriff *Thioether* soll in Zukunft zugunsten des Terminus *Sulfid* verworfen werden. Zur Benennung verfährt man wie bei den Ethern, z.B.:

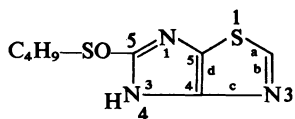


Cyclische Sulfide werden wie entsprechende Ether behandelt. Zweiseitig substituierte Polysulfide werden *radikofunktionell* wie einseitig substituierte, d.h. als . . . *polysulfid* oder als . . . *polysulfan* bezeichnet.

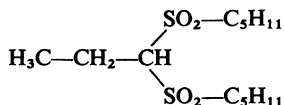


Am Schwefel oxidierte Sulfide, $\text{R}-\text{SO}-\text{R}'$ und $\text{R}-\text{SO}_2-\text{R}'$ heißen *Sulfoxide* und *Sulfone* und werden entsprechend *radikofunktionell* benannt.

Andererseits kann man diese Derivate auch *substitutiv* mit den bei den Sulfin- bzw. Sulfonsäuren besprochenen Präfixen benennen.

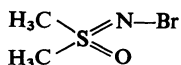


Butyl-(4*H*-imidazo[4,5-*d*]thiazol-5-yl)-sulfoxid
oder 5-(Butylsulfinyl)-4*H*-imidazo[4,5-*d*]thiazol



Pentyl-[1-(pentylsulfonyl)-propyl]-sulfon
oder:
1,1-Bis-(pentylsulfonyl)-propan

Analoge Iminoderivate werden als ... *sulfimide*, ... *sulfoximide* bezeichnet (C.A. verwendet noch immer die Bezeichnungen ... *sulfilimin* und ... *sulfoximin*).

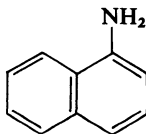


N-Brom-*S,S*-dimethylsulfoximid

Cyclische Sulfoxide und *Sulfone* behandelt man am besten *additiv* als ... *oxide* bzw. ... *dioxide* (siehe S. 69).

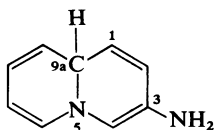
2.3.6. Amine und ihre Derivate

Für Amine werden *radikofunktionelle*, *konjunktive* und *substitutive* Benennungsmöglichkeiten wieder sehr uneinheitlich wahrgenommen. Und zwar bevorzugt man bei relativ *einfachen* primären Aminen die radikofunktionelle Nomenklatur:



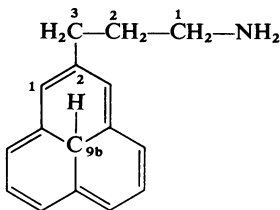
1-Naphthylamin

Ist die Aminogruppe an *komplexere*, insbesondere heterocyclische Systeme gebunden, scheinen neben der obigen Benennungsweise die beiden substitutiven Möglichkeiten (Aminofunktion als Suffix oder als Präfix) gleich oft gebräuchlich zu sein.



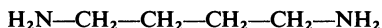
9a*H*-Chinolizin-3-ylamin
 oder: 9a*H*-Chinolizin-3-amin
 (oder: 3-Amino-9a*H*-chinolizin⁷)

Ist ein *acyclisches* Amin terminal mit einem cyclischen System substituiert, so kann man substitutiv oder konjunktiv benennen.



3-(9b*H*-Phenalen-2-yl)-propylamin
 oder: 9b*H*-Phenalen-2-propanamin
 (oder: 2-(3-Aminopropyl)-9b*H*-phenalen⁷)

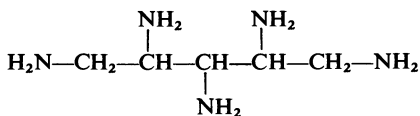
Primäre *Diamine* werden substitutiv oder radikofunktionell, Polyamine substitutiv benannt.



1,4-Butandiamin
 oder: Tetramethylen-diamin
 (oder: 1,4-Diaminobutan⁷)

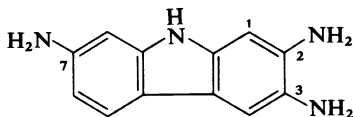


1,8-Naphthalindiamin
 oder: 1,8-Naphthylendiamin
 (oder: 1,8-Diaminonaphthalin⁷)



1,2,3,4,5-Pentanpentamin
 (1,2,3,4,5-Pentaaminopentan⁷)

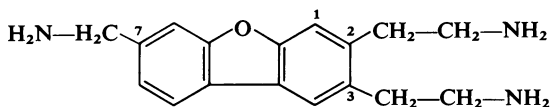
Für *heterocyclische* Di- und Polyamine verwendet man durchweg die beiden substitutiven Möglichkeiten.



Carbazol-2,3,7-triamin
 oder: 2,3,7-Triaminocarbazol

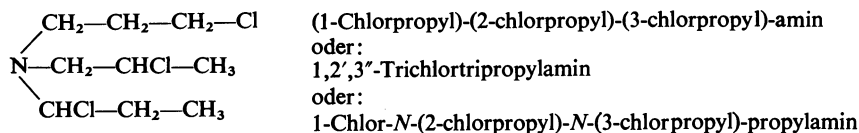
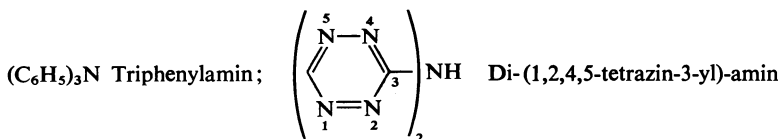
⁷ Vgl. Empfehlung am Ende des Abschnitts (S. 103).

Befinden sich alle Aminogruppen in *Seitenketten*, verwendet man zweckmäßig substitutive Vorsilben oder konjunktive Namen.

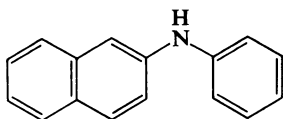
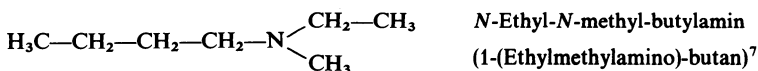


2,3-Bis-(2-aminoethyl)-7-(aminomethyl)-dibenzofuran
oder: 7-(Aminomethyl)-2,3-dibenzofuranbis-(ethanamin)

Symmetrisch und unsymmetrisch substituierte *symmetrische sekundäre* und *tertiäre Amine* lassen sich am besten radikofunktionell benennen. Andererseits können die Substituenten der identischen Radikale auch durch Markierungen (primes) angezeigt werden. In einer dritten Benennungsmethode faßt man derartige Amine als *N*-Substitutionsprodukte primärer Amine auf.

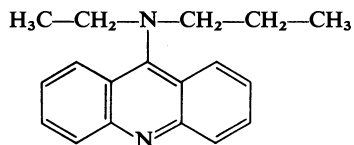


Unsymmetrische sekundäre und tertiäre Amine werden grundsätzlich als *N*-Substitutionsprodukte primärer Amine aufgefaßt, wobei das komplexeste Radikal das Stammamin bestimmt.



N-Phenyl-2-naphthylamin
(2-Anilidonaphthalin)⁷

Komplexere Amine dieses Typs können auch substitutiv mit ... *amino* Präfix bezeichnet werden.



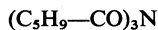
9-(Ethylpropylamino)-acridin

oder: *N*-Ethyl-*N*-propyl-9-acridinaminoder: *N*-Ethyl-*N*-propyl-9-acridinylamin

Empfehlung:

Die Vielzahl der Benennungsmöglichkeiten für Amine ist wieder so verwirrend, daß es dringend geraten erscheint, eine Vereinheitlichung zu empfehlen. Diese könnte gemäß den gegebenen Beispielen darin bestehen, daß man nur für die einfachsten primären, sekundären und tertiären Amine die radikofunktionelle Bezeichnungsweise beibehält (z.B. Propylamin, Tri-*p*-tolylamin usw.); für alle komplexeren Aminsysteeme könnte man dann *ausschließlich die substitutive Vorsilbe ... amino ... verwenden.*

Für acylierte Amine liegt eine ebensolche Vielfalt der Namensgebungen vor wie für die Amine selbst. Monoacylderivate des Ammoniaks werden dabei grundsätzlich als *Säureamide* behandelt (siehe S. 84) Symmetrische Di- und Triacylderivate des Ammoniaks hingegen bezeichnet man als Di- bzw. Tri-acylamine (oder als Bis- bzw. Tris- ... ylcarbonylamine).

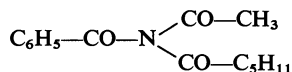


Tris-(cyclopentylcarbonyl)-amin

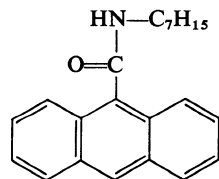


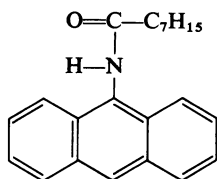
Dibenzoylamin

Unsymmetrische Di- und Triacylderivate faßt man als Acylderivate des komplexesten Säureamids auf.

*N*-Acetyl-*N*-hexanoyl-benzamid

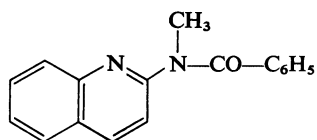
Ist ein Säureamid am Stickstoff mit Kohlenwasserstoff- oder Heterocyclen-Systemen weiter substituiert, hängt es von der Komplexität des Substituenten ab, ob man die Verbindung a) als *N*-substituiertes Säureamid, oder b) als Acylamino-substituierten (bzw. Alkanamido- oder Cycloalkancarboxamido-substituierten) Stammkörper benennt.

a) *N*-Heptyl-9-anthracencarboxamid



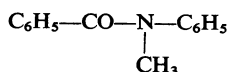
b) 9-Octanoylamino-anthracen
oder: 9-Octanamido-anthracen

Weitere Substitution am Stickstoff wird entsprechend angemerkt.



2-(*N*-Methylbenzamido)-chinolin
(oder: 2-(*N*-Methylbenzoylamino)-chinolin)

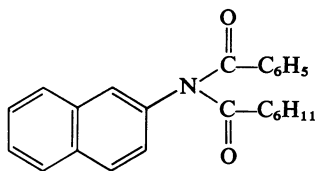
In einer Ausnahmeregelung werden Phenyl-substituierte Säureamide als *Anilide* bezeichnet.



N-Methylbenzanilid

Diacylderivate primärer Amine können

- als solche benannt werden,
- mit Diacylamino . . .-Präfixen charakterisiert werden, oder
- als *N*-substituierte sekundäre Amide aufgefaßt werden.

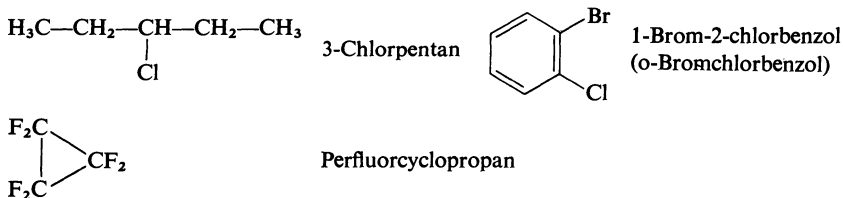


- N*-Benzoyl-*N*-cyclohexylcarbonyl-2-naphthylamin
- 2-(Benzoyl-cyclohexylcarbonyl-amino)-naphthalin
- N*-Cyclohexylcarbonyl-*N*-(2-naphthyl)-benzamid

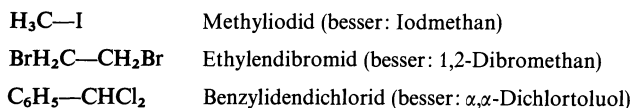
Auch hier könnte man sehr zur *Vereinheitlichung* und Vereinfachung der Nomenklatur beitragen, wenn man sich möglichst generell der *Acylamino*-Präfixe bedienen würde.

2.3.7. Halogenverbindungen

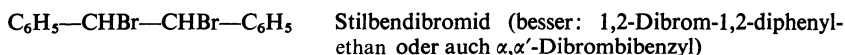
Halogenverbindungen sollten grundsätzlich *substitutiv* benannt werden. Vollständige Substitution wird mit dem Präfix *Per* . . . belegt.



Für einige einfache Halogenderivate sind aber *radikofunktionelle* Namen noch sehr verbreitet.

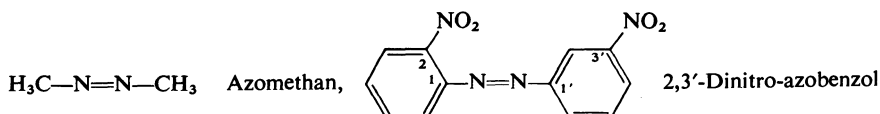


In wenigen Fällen findet man auch eine *additive* Benennungsweise, die man aber doch aufgeben sollte.

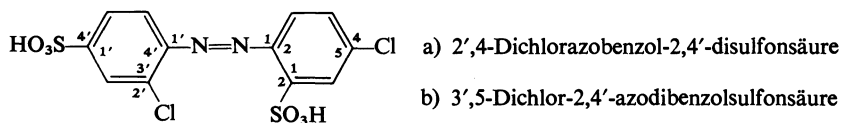


2.3.8. Azo- und Azoxyverbindungen

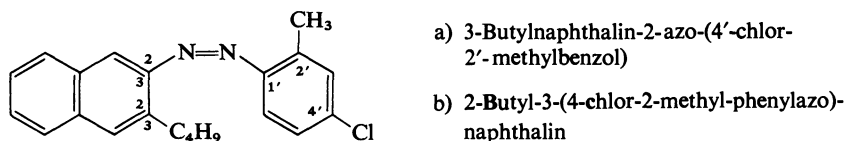
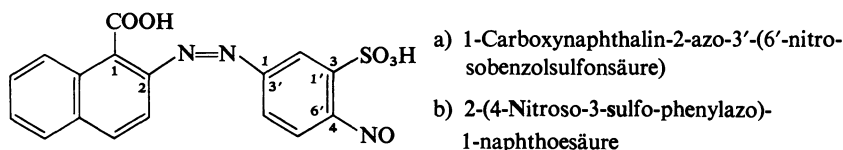
Während die Benennungen der Verbindungsklassen der vorhergehenden Abschnitte mehr oder weniger direkt aus den entsprechenden Tabellen 6, 8 und 9 abgeleitet werden konnten, müssen jetzt noch einige Stoffklassen Beachtung finden, für die zum Teil sehr spezielle Nomenklaturen gelten. Für Azo- und Azoxyverbindungen geben die IUPAC-Regeln zwei alternative Benennungssysteme, die in sich selbst stark zergliedert sind und auch noch teilweise überlappen. Nur die *einfachsten Azoverbindungen*, die beiderseits der Azogruppe gleiche Stammsysteme tragen, welche nur mit Präfix-Substituenten substituiert sein dürfen, werden nach beiden Methoden gleich behandelt, in dem man das Präfix *Azo* . . . (mit den kleinsten Ziffern) dem Stammnamen voranstellt.



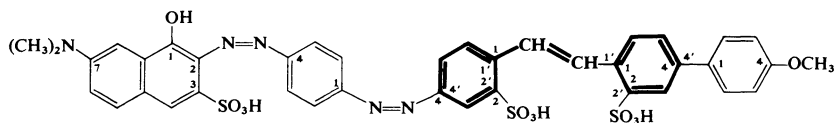
Alle übrigen Azoverbindungen werden nach zwei Alternativen benannt, von denen die ältere vor allem im Beilstein Anwendung findet, die neuere von C.A. vorgezogen wird. Azoverbindungen mit identischen Stammsystemen, die identische Suffix-Substituenten tragen, werden nach der *älteren Benennungsmethode* (a) analog den einfachsten Azoderivaten behandelt (s.o.). Die *neuere Benennungsmethode* (b) beginnt aber bereits hier zu differenzieren und verwendet an Stelle des Präfixes ...-azo... das Präfix ...-azodi... in einer Benennungsweise, die der Spezialnomenklatur identischer Einheiten entspricht (siehe S. 74). Hier kleinste Ziffern für die Suffixe!



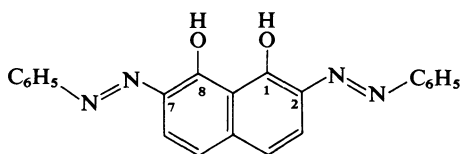
Alle *komplexeren Azoverbindungen*, namentlich die mit nicht identischen Stammkomponenten, werden in der *älteren Methode* benannt, indem man den Stammterminus der komplexesten Komponente zuerst nennt, dann die *azo*-Silbe zwischen den Platzziffern folgen läßt und zuletzt die weniger komplexe Komponente anfügt. Die Azoverknüpfungen erhalten die kleinstmöglichen Ziffern (nach dem Suffix-Substituenten!); eventuelle Substituenten der erstgenannten Komponente werden — auch wenn es sich um bevorrechtigte handelt — als Präfixe angegeben. In der *neueren Benennungsmethode* wendet man ein substitutives Verfahren an, das mit ...ylazo... Infixen arbeitet. Hier wird aber die Komponente, die die meisten und/oder ranghöchsten Suffix-Substituenten trägt als Basis-komponente gewählt. Nur wenn keine oder die gleiche Zahl von Suffix-Substituenten in beiden Komponenten vorhanden sind, deklariert man wieder die komplexeste Komponente als Basiskomponente.



Die eindeutige Übertragbarkeit beider Benennungsmethoden auf Polyazoverbindungen ist evident.

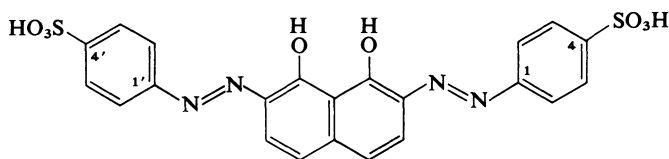


- a) [4-(4-Methoxyphenyl)-2,2'-disulfostilben]-4'-azo-1-benzol-4-azo-2-(7-dimethylamino-1-hydroxy-3-naphthalinsulfonsäure)
 b) 4-[4-(7-Dimethylamino-1-hydroxy-3-sulfo-2-naphthylazo)-phenylazo]-4'-(4-methoxyphenyl)-2,2'-stilbendisulfonsäure



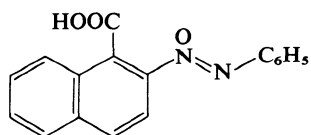
- a) Bis-(benzolazo)-2,7-(1,8-naphthalindiol)
 b) 2,7-Bis-(phenylazo)-1,8-naphthalindiol

Mit Suffix-Substituenten versehene symmetrische Bis- oder Polyazoverbindungen können auch nach der *Nomenklatur identischer Aggregate* benannt werden (S. 74).



4,4'-(1,8-Dihydroxy-2,7-naphthylbisazo)-dibenzolsulfonsäure

Die für Azoverbindungen angeführten Regeln können direkt auf entsprechende *Azoxyderivate* übertragen werden, wie das folgende Beispiel verdeutlicht. Die Position des Sauerstoffs wird (wenn bekannt) durch einen zusätzlichen Formelvermerk angegeben.



- a) 1-Carboxynaphthalin-2-ONN-azoxybenzol
 b) 2-(Phenyl-NNO-azoxy)-1-naphthoesäure

Empfehlung:

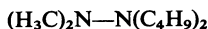
Angesichts des schwer zu durchschauenden und eigentlich kaum zumutbaren Wirrwarrs von Benennungsmöglichkeiten für Azoverbindungen kann nur noch eine Radikalkur helfen, die darin bestehen könnte, daß man *grundsätzlich* — auch für einfache Azoverbindungen — *das für komplizierte Azoverbindungen gültige Chemical-Abstracts-System verwendet*, da dies ohnehin der primär zu empfehlenden substitutiven Nomenklatur zuzurechnen ist. Selbst wenn dann die einfachsten Azoderivate, wie Azomethan oder Azonaphthalin usw. mit den etwas längeren (dafür aber viel aussagekräftigeren!) Namen Methylazomethan, Naphthylazonaphthalin usw. belegt werden müßten, überwiegen die Vorteile einer derartigen Vereinheitlichung bei weitem, da man dann das ganze Gespinnst der gegenwärtig gültigen, kunstvoll verklausulierten Unter-, Unterunter- und Sonderregeln über Bord werfen könnte! Wer unbedingt Namen wie Azomethan, Azobenzol usw. beibehalten möchte, könnte diese ja als empfohlene Trivialnamen in einem solchen vereinheitlichten System belassen.

2.3.9. Hydrazine und ihre Abkömmlinge

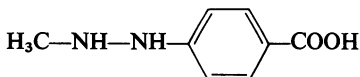
Einfache Substitutionsprodukte des Hydrazins (mit Ausnahme von acylsubstituierten) werden wie Amine nach einem *radikofunktionellen* Benennungsverfahren behandelt, es sei denn, daß die Hydrazinfunktion substitutiv als Vorsilbe angewendet werden muß.



Phenylhydrazin

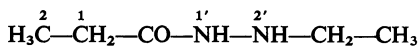


N,N-Dibutyl-*N',N'*-dimethylhydrazin
oder: 1,1-Dibutyl-2,2-dimethylhydrazin



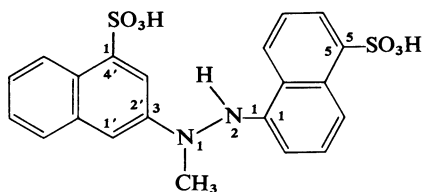
p-(*N'*-Methylhydrazino)-benzoesäure
oder: *p*-(2-Methylhydrazino)-benzoesäure

Acylsubstituierte Hydrazine werden als Säurehydrazide bezeichnet und durch Umwandlung der Endung . . . *säure* in . . . *ohydrazid* benannt.



N'-Ethylpropionohydrazid
oder: 2'-Ethylpropionohydrazid

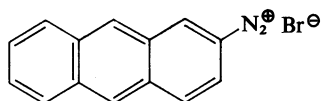
Für Hydrazoderivate des Typs RHN-NHR mit identischen Stammradikalen R wird häufig eine Nomenklatur verwendet, die der der entsprechenden Azoverbindungen entspricht. Man nennt diese Substanzen dann Hydrazoderivate und ersetzt die Silbe . . . *azo* . . . durch . . . *hydrazo* . . . (bzw. . . *hydrazino* . . . in der C.A.-Methode).



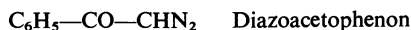
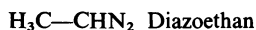
- a) *N'*-Methyl-1,2'-hydrazonaphthalin-4',5-disulfonsäure
 b) 3-[1-Methyl-2-(5-sulfo-1-naphthyl)-hydrazino]-1-naphthalinsulfonsäure

2.3.10. Diazoverbindungen

Diazoniumsalze und aliphatische Diazoverbindungen können zwanglos mit den in den Tabellen 6 und 8 gegebenen Hilfsmitteln benannt werden.



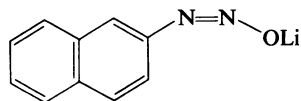
2-Anthracen-diazonium-bromid



Verbindungen des Typs $\text{RN}=\text{NX}$, bei denen X direkt an die Diazogruppe gebunden ist, werden wie folgt benannt:



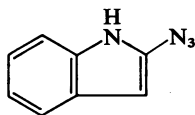
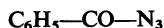
Metallsalze des Benzoldiazohydroxids heißen . . . *diazoate*. (Im Deutschen verwendet man, wohl aus sprachlichen Gründen, . . . *diazotate*).



Lithium-2-naphthalindiazo(t)at

2.3.11. Verbindungen mit Ketten von drei oder mehr Stickstoffatomen

Hier sind zunächst die *Azide* zu nennen, die meist *radikofunktionell* als . . . *ylazide*, oder *substitutiv* als *Azido* . . .-Derivate benannt werden.

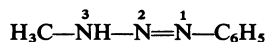
1*H*-Indol-2-ylazid oder 2-Azido-1*H*-indol

Benzoylazid

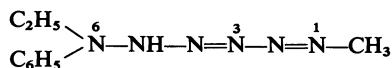
Alle anderen Verbindungen, die derartige Stickstoffketten enthalten, werden als *Poly-azane*, *-azene*, *-azadiene*, *-azatriene* usw. bezeichnet, wobei die Doppelbindungen bevorzugt zu beziffern sind.



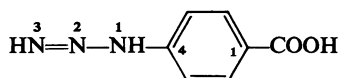
1-Methyltriazan



3-Methyl-1-phenyl-triazen

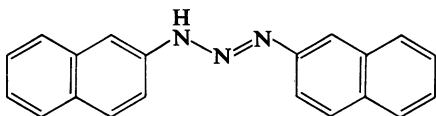


6-Ethyl-1-methyl-6-phenyl-1,3-hexazadien



4-(2-Triazeno)-benzoesäure

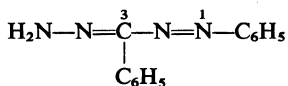
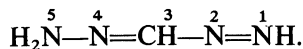
Triazene, die an beiden Enden mit identischen Stammradikalen substituiert sind, können auch als *Diazoamino* . . . -Verbindungen bezeichnet werden.



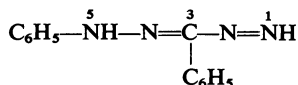
2,2'-Diazoaminonaphthalin

2.3.12. Formazane

Formazane sind Substitutionsprodukte des Grundgerüsts:



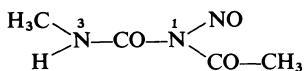
1,3-Diphenylformazan



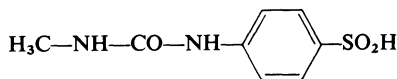
3,5-Diphenylformazan

2.3.13. Harnstoff und seine Derivate

Das Diamid der Kohlensäure $\text{H}_2\overset{3}{\text{N}}-\overset{2}{\text{CO}}-\overset{1}{\text{NH}}_2$ wird Harnstoff genannt und heißt im Englischen Urea. Substitutionsprodukte werden nach den üblichen Regeln bezeichnet; muß diese funktionelle Gruppe in der *substitutiven* Nomenklatur als Vorsilbe verwendet werden, so gilt das Präfix ... *ureido*.



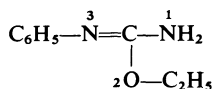
N-Acetyl-*N'*-methyl-*N*-nitroso-harnstoff
oder: 1-Acetyl-3-methyl-1-nitroso-harnstoff



4-(*N'*-Methylureido)-benzolsulfinsäure
4-(3-Methylureido)-benzolsulfinsäure

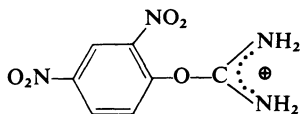
Verbindungen vom Typ $\text{HN}=\overset{3}{\text{C}}=\overset{1}{\text{N}}\overset{2}{\text{OH}}$ werden als Isoharnstoffe (Isourea)

bezeichnet und ansonsten wie Harnstoffe behandelt.



2-Ethyl-3-phenyl-isoharnstoff

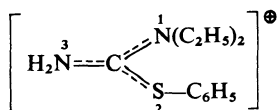
Quaternäre Derivate des Harnstoffs bzw. Isoharnstoffs werden als ... *uronium*-Salze bezeichnet.



Br^-

O-(2,4-Dinitrophenyl)-uronium-bromid
oder: 2-(2,4-Dinitrophenyl)-uronium-bromid

Schwefel-, Selen- und Tellur-Analoga des Harnstoffs und Isoharnstoffs werden völlig gleich behandelt und erhalten die zusätzliche Vorsilbe ... *thio* ..., ... *seleno* ..., ... *telluro* ...



N,N-Diethyl-*S*-phenylthiuronium ...

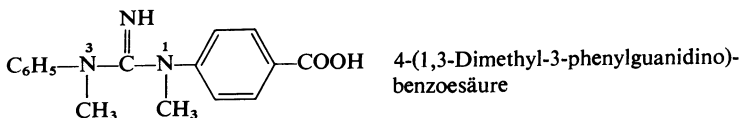
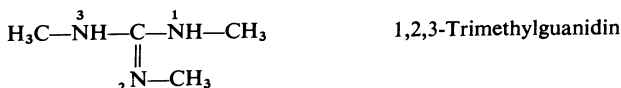
1,1-Diethyl-2-phenylthiuronium ...

Kondensierte Harnstoffe werden von den folgenden Begriffen abgeleitet:

Biuret	$\text{H}_2\text{N}^5\text{—}\overset{4}{\text{CO}}\text{—}\overset{3}{\text{NH}}\text{—}\overset{2}{\text{CO}}\text{—}\overset{1}{\text{NH}}_2$
Thiobiuret	$\text{H}_2\text{N}^5\text{—}\text{CO}\text{—}\text{NH}\text{—}\overset{2}{\text{CS}}\text{—}\overset{1}{\text{NH}}_2$
Dithiobiuret	$\text{H}_2\text{N}\text{—}\text{CS}\text{—}\text{NH}\text{—}\text{CS}\text{—}\text{NH}_2$
Triuret	$\text{H}_2\text{N}^7\text{—}\overset{6}{\text{CO}}\text{—}\overset{5}{\text{NH}}\text{—}\overset{4}{\text{CO}}\text{—}\overset{3}{\text{NH}}\text{—}\overset{2}{\text{CO}}\text{—}\overset{1}{\text{NH}}_2$
4-Thiotriuret	$\text{H}_2\text{N}\text{—}\text{CO}\text{—}\text{NH}\text{—}\text{CS}\text{—}\text{NH}\text{—}\text{CO}\text{—}\text{NH}_2$

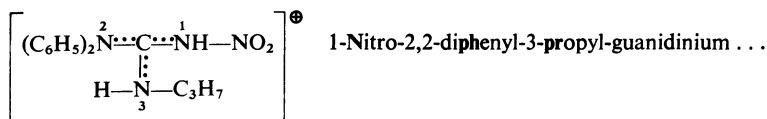
2.3.14. Guanidine

Guanidine sind Abkömmlinge des Kohlensäurediamidins $\text{H}_2\text{N}\text{—}\overset{1}{\underset{\text{NH}}{\overset{2}{\parallel}}}\text{C}\text{—}\overset{3}{\text{NH}}_2$. Als Vorsilbe in der *substitutiven* Nomenklatur verwendet man ... *guanidino* ...



Aber: $(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}=\text{N}\text{—}\text{CH}_2\text{—}\text{COOH}$ (Diaminomethylenamino)-essigsäure

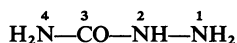
Salze des Guanidins heißen Guanidinium-Salze.



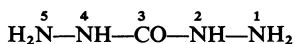
Kondensierte Guanidine werden als Biguanide $\text{H}_2\text{N}\text{—}\overset{4}{\underset{\text{NH}}{\parallel}}\text{C}\text{—}\overset{3}{\text{NH}}\text{—}\overset{2}{\underset{\text{NH}}{\parallel}}\text{C}\text{—}\overset{1}{\text{NH}}_2$, Triguanide $\text{H}_2\text{N}\text{—}\overset{6}{\underset{\text{NH}}{\parallel}}\text{C}\text{—}\overset{5}{\text{NH}}\text{—}\overset{4}{\underset{\text{NH}}{\parallel}}\text{C}\text{—}\overset{3}{\text{NH}}\text{—}\overset{2}{\underset{\text{NH}}{\parallel}}\text{C}\text{—}\overset{1}{\text{NH}}_2$ usw. bezeichnet.

2.3.15. Hydrazinderivate der Kohlensäure

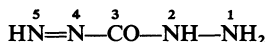
Dieser Abschnitt befaßt sich mit den folgenden Verbindungen:



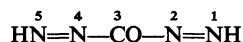
Semicarbazid



Carbonohydrazid (früher Carbazid bzw. Carbohydrazid)

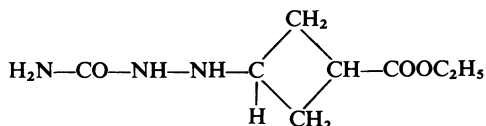


Carbazon (nur in Derivaten bekannt)



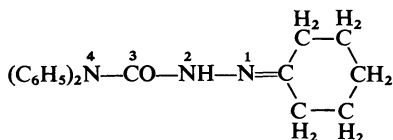
Carbodiazon (nur in Derivaten bekannt).

Radikale dieser Spezies werden benannt, indem man die Endungen . . . *id* bzw. . . . *on* in . . . *ido* bzw. . . . *ono* abwandelt.



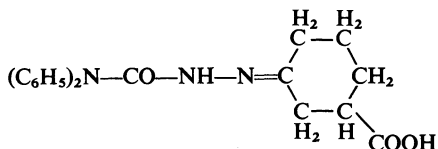
Ethyl-3-semicarbazido-1-cyclobutan-carboxylat

Derivate des Typs $\text{H}_2\text{N}-\overset{4}{\text{CO}}-\overset{3}{\text{NH}}-\overset{2}{\text{N}}=\overset{1}{\text{CRR}'}$ können auf dreierlei Weise bezeichnet werden. a) Als Aldehyd- oder Keton- bzw. . . . al- oder . . . on-semicarbazone, b) wenn in R, R' eine ranghöhere funktionelle Gruppe vorhanden ist, als Semicarbazono- . . . Verbindung, c) als durch ein zweiwertiges Radikal substituiertes Semicarbazid.



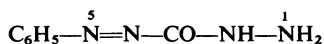
a) Cyclohexanon-4,4-diphenylsemicarbazon

c) 1-Cyclohexyliden-4,4-diphenylsemicarbazid

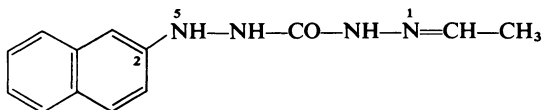


b) 3-(4,4-Diphenylsemicarbazono)-cyclohexancarbonsäure

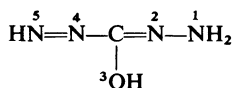
Ansonsten werden Derivate der oben genannten Grundkörper als normale Substitutionsprodukte bezeichnet (vgl. Methode c).



5-Phenylcarbazon

1-Ethyliden-5-(2-naphthyl)-
carbonohydrazid

Tautomere der obigen Stammverbindungen werden wie in der Harnstoffreihe als *Iso* . . . Derivate bezeichnet, z.B.:



Isocarbazon

Diese Begriffe schließen auch eventuelle weitere Tautomere ein. Schwefel-, Selen- und Telluranaloga werden sinngemäß bezeichnet: z.B.: $\text{H}_2\text{N}-\text{CS}-\text{NH}-\text{NH}_2$ Thiosemicarbazid, $\text{HN}=\text{N}-\text{CSe}-\text{N}=\text{NH}$ Selenocarbodiazon.

3. Die Konstruktion der Namen komplexer Verbindungen

Nachdem in den Teilen 1 und 2 dieses Buches die Nomenklaturregeln für Stammsysteme sowie für die verschiedenen funktionellen Verbindungsklassen ausführlich abgehandelt worden sind, sollen in diesem abschließenden Kapitel die Anleitungen zur Bildung der vollständigen Namen komplizierter Verbindungen gegeben werden. Hierbei müssen wir uns erneut mit der Frage der Prioritäten bei Ketten- und Ringsystemen befassen, die bereits in den entsprechenden Sektionen des Teils 1 zur Sprache gekommen waren. Da aber nun die funktionellen Gruppen in die Überlegungen mit einbezogen werden müssen, ist eine Erweiterung der Prioritätsregeln unerlässlich, wie die folgenden Abschnitte zeigen werden.

3.1. Bestimmung der ranghöchsten Kette (Hauptkette)

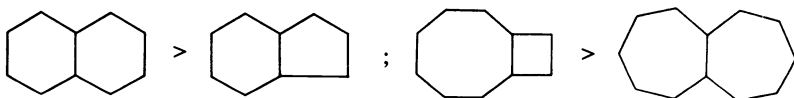
Bei acyclischen Verbindungen wird die Kette, auf die sich die Benennung aufbaut, als *ranghöchste* (oder *Haupt-*) *Kette* definiert. Zu ihrer Festlegung bedient man sich nacheinander der folgenden Kriterien, d.h. läßt das vorstehende Kriterium keine Entscheidung zu, tritt das nächste in Kraft.

- a) Größte Zahl an ranghöchsten charakteristischen Gruppen.
- a') Größte Zahl an Heteroatomen (bei Heteroketten, die nach der „a“-Nomenklatur benannt werden).
- b) Größte Zahl an Doppel- und Dreifachbindungen zusammen.
- c) Größte Länge.
- c') Größte Zahl an Heteroatomen, die nach der „a“-Term-Tabelle die höchste Priorität aufweisen (bei Heteroketten).
- d) Die meisten Doppelbindungen.
- e) Kleinste Chiffren für die ranghöchsten Gruppen (die Suffixe).
- e') Kleinste Platzziffern für alle Heteroatome, dann gemäß „a“-Term-Tabelle (bei Heteroketten).
- f) Kleinste Chiffren für Mehrfachbindungen.
- g) Kleinste Chiffren für Doppelbindungen.
- h) Größte Zahl an Präfix-Substituenten.
- i) Ranghöchstes Präfix nach der alphabetischen Ordnung.
- j) Kleinste Chiffren für alle Präfix-Substituenten der Hautkette.
- k) Kleinste Chiffren für die alphabetisch ranghöchsten Präfixe.

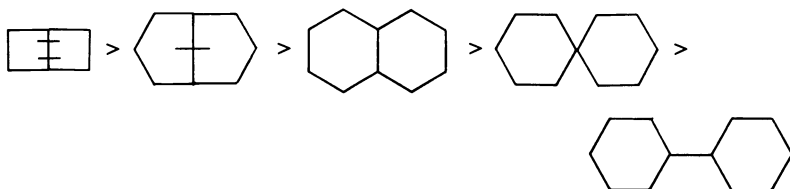
3.2. Bestimmung des ranghöchsten Ringsystems

Die folgenden Kriterien sind wieder nacheinander anzuwenden bis eine Entscheidung erreicht ist.

- a) Größte Zahl an ranghöchsten charakteristischen Gruppen.
- b) Für Heterocyclen gelten die Rangfolgen des Abschnitts 1.2.2.3:
 - ba) Alle Heterocyclen rangieren vor allen Carbocyclen.
 - bb) Stickstoffhaltige Ringe.
 - bc) Ranghöchstes Heteroelement gemäß „a“-Term-Tabelle.
 - bd) Die meisten Ringe.
 - be) Der größte Ring.
 - bf) Die meisten Heteroelemente.
 - bg) Die größte Vielfalt an Heteroelementen.
- c) Auch bei Isocyclen entscheidet die größte Zahl an Ringen bzw.
- d) der größte individuelle Ring an der erstmöglichen unterscheidbaren Stelle.



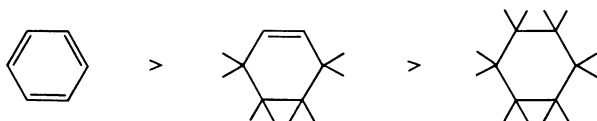
- e) Größte Zahl an zwei oder mehreren Ringen gemeinsamen Atomen.



- f)¹ Kleinste Buchstaben für die Verbindungspositionen der Ringe.
Naphtho[2,1-f]chinolin > Naphtho[1,2-g]chinolin.
- g)¹ Kleinste Ziffern für die Verbindungspositionen der Ringe an der erstmöglich unterscheidbaren Stelle
Naphtho[1,2-f]chinolin > Naphtho[2,1-f]chinolin > ... [2,3-f] ...
Tricyclo[5.3.1.0^{2,4}]undecan > Tricyclo[5.3.1.0^{3,5}]undecan
Spiro[cyclopentan-1,1'-inden] > Spiro[cyclopentan-1,2'-[2'H]inden
2,3'-Bipyridin > 3,3'-Bipyridin

¹ Die unter diesen Buchstaben gegebenen Beispiele können zur Übung in die entsprechenden Formelbilder umgesetzt werden.

h) Niedrigster Hydrierungsgrad.



- i) Kleinste Chiffren für indizierte Wasserstoffe.
- j) Kleinste Chiffren für Radikalstellen.
- k) Kleinste Chiffren für Suffix-Substituenten.
- l)¹ Kleinste Platzziffern, wenn man alle Präfixsubstituenten, Hydropräfixe, en- und in-Positionen gemeinsam betrachtet.

3-Chlor-1,2-dihydro- 2-methyl-naphthalin (1.2.2.3)	vor	2-Chlor-2,3-dihydro- 3-methyl-naphthalin (2.2.3.3)
7-Ethyl-2-fluor-3-nitro- 1-cycloocten-4-in (1.2.3.4.7)	vor	2-Ethyl-8-fluor-5-nitro- 1-cycloocten-3-in (1.2.3.5.8)

- m)¹ Kleinste Ziffer für den zuerst genannten Präfix.

3-Chlor-4-nitro-chinolin	vor	4-Chlor-3-nitrochinolin
--------------------------	-----	-------------------------

3.3. Behandlung der ranghöchsten charakteristischen Gruppe im Rahmen der beiden vorstehenden Abschnitte 3.1 und 3.2

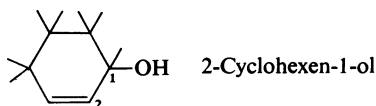
In den beiden letzten Abschnitten ist bereits festgelegt worden, daß *grundsätzlich diejenige Stammkomponente (Kette oder Ring) als Basis der Namensgebung zu wählen ist, die die meisten ranghöchsten Gruppen trägt*. Dieser Grundsatz gilt im weitesten Sinne, z.B. auch wenn zwei Ketten durch einen Ring voneinander getrennt sind. Befindet sich die ranghöchste Gruppe in einer Kette, die einen noch so großen cyclischen Substituenten trägt, so wird die Namensgebung auf die Kette bezogen. Umgekehrt bestimmt ein mit einer beliebig langen Kette versehener Ring dann die Benennung, wenn allein er die ranghöchste Gruppe trägt.

Erscheint die ranghöchste Gruppe sowohl in der cyclischen als auch in der kettenförmigen Stammkomponente, ist diejenige Einheit der Bezugspunkt, die die meisten ranghöchsten Gruppen trägt. Ist allerdings die Zahl der ranghöchsten Gruppen in beiden Komponenten gleich, so muß man wieder die Anweisungen des Abschnitts 1.2.1.2.5 zu Rate ziehen, nach denen man einmal möglichst viele Substitutionen an einer Einheit vorzunehmen hat, zum anderen aber eine kleinere Einheit als Substituenten der größeren Einheit betrachtet.

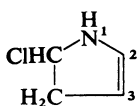
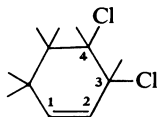
3.4. Bezifferung

Auch die Bezifferungsregeln müssen nach Einbeziehung der funktionellen Gruppen in wesentlichen Punkten ergänzt werden. Soweit die in den Abschnitten 1.1 und 1.2 für Stammsysteme gegebenen Bezifferungsvorschriften noch Wahlmöglichkeiten offen lassen, verfährt man bei der Zuordnung kleinster Ziffern anschließend und sukzessive nach den folgenden Kriterien:

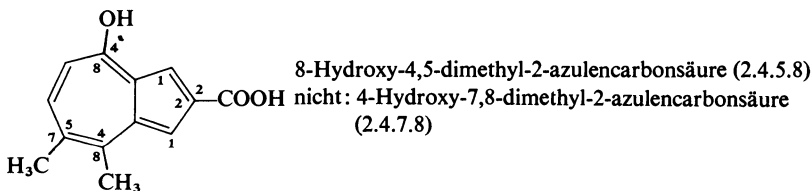
- Indizierter Wasserstoff (auch wenn er nicht explizit genannt ist).
- Ranghöchste charakteristische Gruppe (als Suffix).



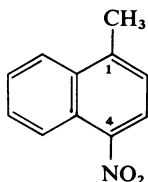
- Mehrfachbindungen, wobei Doppelbindungen den Vorrang haben.



- Kleinste Platzziffern für alle Präfixsubstituenten, Hydropräfixe, en- und in-Positionen gemeinsam.

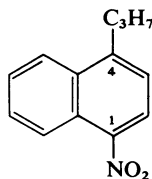


- Kleinste Platzziffer für das (nach der alphabetischen Ordnung) zuerst genannte Präfix.



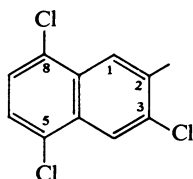
1-Methyl-4-nitro-naphthalin

aber



1-Nitro-4-propyl-naphthalin

Eine wichtige *Ausnahme* von den obigen Regelabfolgen gilt für *cyclische Radikale*: hier hat nach dem indizierten Wasserstoff die Verknüpfungsstelle (d.h. die freie Valenz) Priorität für die kleinste Ziffer, erst dann verfährt man weiter wie oben angegeben.



3,5,8-Trichlor-2-naphthyl

nicht: 1,4,6-Trichlor-7-naphthyl

nicht: 1,4,7-Trichlor-6-naphthyl

3.5. Ordnung der Präfixe

Wie aus den bisherigen Kapiteln klar hervorgeht, spielen Präfixe der verschiedensten Art eine tragende Rolle bei der Systematisierung der Namen chemischer Verbindungen. Es muß daher festgelegt werden, wie derartige Vorsilben bei der endgültigen Zusammensetzung des Verbindungsnamens zu behandeln sind.

Alle Präfixe, die direkte Aussagen über die Struktur der entsprechenden acyclischen oder cyclischen Stammsysteme machen, werden in den Stammterm einbezogen, d.h. als nicht abtrennbare Teile behandelt.

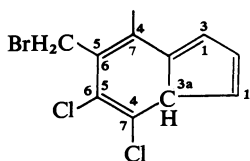
Nicht abtrennbare Präfixe von Stammsystemen:

- Ringbildende: Cyclo, Bicyclo usw., Spiro usw.
- Ringspaltende: Seco (bei Steroidnomenklatur siehe Tabelle 13).
- Größenverändernde: Nor, Homo (siehe Tabelle 13).
- Kondensierende: Benzo, Cycloocta, Imidazo usw.
- „a“-Terme der Ersetzungenomenklatur: oxa, phospha, azonia usw.
- Isomerisierende: iso, sec, tert.
- Wasserstoff-indizierende.
- Brückenbildende: Ethano, Benzeno usw.

Im Gegensatz hierzu werden alle *substituierenden Präfixe* (Tabellen 6, 8) als *abtrennbare Vorsilben* behandelt und alphabetisch geordnet.

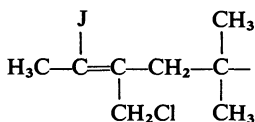
Hydropräfixe, *subtraktive Präfixe* und *heterobrückenbildende Präfixe* können *alternativ* als nicht abtrennbar oder als abtrennbar behandelt werden.

Es ist noch wichtig darauf hinzuweisen, daß multiplizierende Präfixe keinen Einfluß auf die Alphabetisierung der Vorsilben nehmen. Substituierte Substituenten werden auf der Basis des Gesamtausdrucks alphabetisiert; ansonsten gelten für derartige Substituenten die gleichen Regeln wie für Stammsysteme, mit zwei Ausnahmen: a) es werden nur Präfixe, keine Suffixe, für charakteristische Gruppen benutzt, b) die Verknüpfungsstelle (freie Valenz) trägt im Rahmen der Regeln des Abschnitts 3.4 die kleinste Ziffer. Für Ketten-Substituenten ist dies natürlich immer die Position 1 (vgl. auch S. 6, 9).



6-Bromomethyl-4,5-dichlor-3aH-inden-7-yl

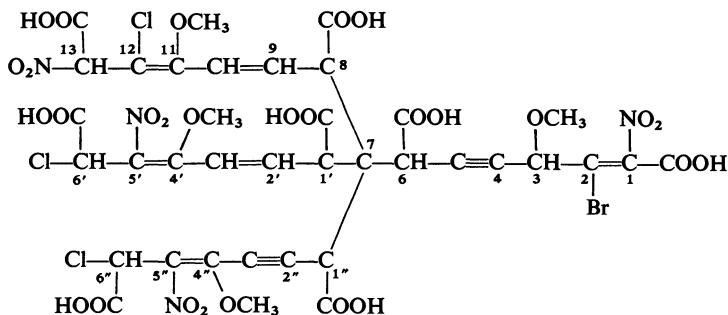
nicht: 5-Bromomethyl-6,7-dichlor-7aH-inden-4-yl



3-Chlormethyl-4-iod-1,1-dimethyl-3-pentenyl

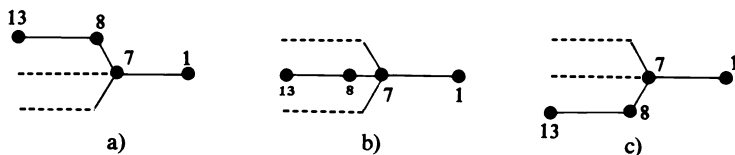
Damit liegen nun endgültig alle Hilfsmittel vor, die notwendig sind, um auch kompliziertesten Strukturen eindeutige Namen zuordnen zu können. Im folgenden Abschnitt werden daher einige speziell konstruierte Beispiele mit allen Einzelheiten der Namensgebung besprochen.

3.6. Beispiele



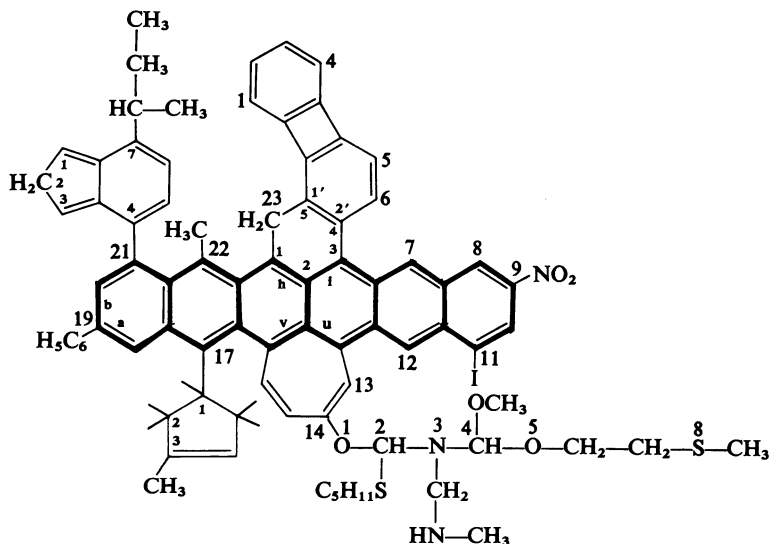
Hauptkette: Von den 12 möglichen Kettenkombinationen (Vorwärts- und Rückwärtszählung eingeschlossen) kommen nur 3 in die engere Wahl, da

nur sie die niedrigstmögliche Abfolge der Platzziffern für Substituenten und Mehrfachbindungen zusammen aufweisen (1,1,1,2,3,4,6,7,7,8,9,11,11,12,13,13).



Da die Möglichkeiten a) und b) die meisten Doppelbindungen aufweisen, kann Kombination c) ausgeschieden werden. Zur endgültigen Bestimmung der Hauptkette muß das allerletzte Prioritätskriterium herangezogen werden (siehe S. 117), nach dem der alphabetisch bevorrechtigte Substituent die kleinere Platzziffer aufweisen muß. Da der Chlor-Substituent in Kombination a) die Platzziffer 12 besitzt (gegenüber Nitro = 13), in Kombination b) aber die höhere Ziffer 13 besäße, bildet Kombination a) die Hauptkette. Die Substituenten werden dann alphabetisch zugeordnet, wobei die Seitenketten mit dem ersten Buchstaben ihres vollständigen Namens beginnen. Also:

2 - Brom - 12 - chlor - 7 - (1,6 - dicarboxy - 6 - chlor - 4 - methoxy - 5 - nitro - 2,4 - hexadienyl) - 7 - (1,6 - dicarboxy - 6 - chlor - 4 - methoxy - 5 - nitro - 4 - hexen - 2 - inyl) - 3,11 - dimethoxy - 1,13 - dinitro - 1,9,11 - tridecatrien - 4 - in - 1,6,8,13 - tetra - carbonsäure



Es handelt sich hier um ein *kondensiertes Kohlenwasserstoffsystem*, dessen größte individuelle Komponente das *Hexacen* darstellt. Ankondensierte Komponenten:

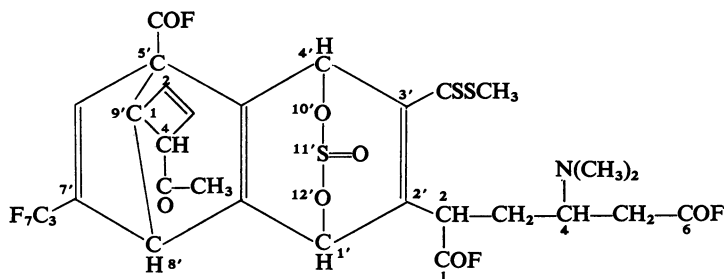
- a) Cyclohepta[. . .]
b) Biphenyleno[. . .]benzo[. . .]

Damit steht das Grundgerüst fest:

Biphenyleno[2',1':4,5]benzo[1,2,3-hi]cyclohepta[uv]hexacen

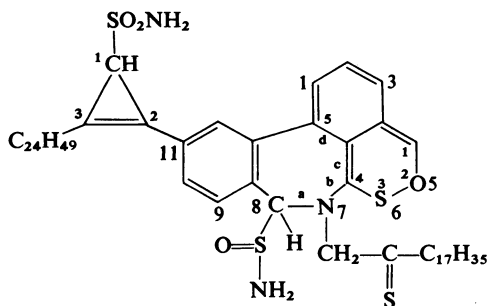
Die Substituenten werden wieder alphabetisch geordnet; für die Heteroseitenkette empfiehlt sich die „a“-Nomenklatur. Also:

21 - (7 - *sec* - Butyl - 2*H* - inden - 4 - yl) - 11 - iod - 14 - (4 - methoxy - 3 - methylamino - methyl - 2 - pentylthio - 1,5 - dioxo - 8 - thia - 3 - azanonyl) - 22 - methyl - 17 - (3 - methyl - 3 - cyclopentenyl) - 9 - nitro - 19 - phenyl - 23*H* - biphenyleno[2',1':4,5] - benzo[1,2,3-hi]cyclohepta[uv]hexacen



Ranghöchste funktionelle Gruppe: —COF \equiv -oylfluorid oder -carbonylfluorid. Da die C₆-Seitenkette zwei dieser Gruppen enthält, dient sie als Basis der Benennung: . . . hexandioyldifluorid. Bei dem großen cyclischen Substituenten handelt es sich um einen substituierten *Spirocyclus*, der aus einer Cyclobuten-Komponente und einem hydrierten verbrückten Naphthalin-System zusammengesetzt ist: Spiro[2-cyclobuten-1,9'-[1,4,5,8]tetrahydro-1,4-(epoxysulfinyloxy)-5,8-methano-naphthalin]-2'-yl. Unter alphabetischer Berücksichtigung der Substituenten ergibt sich nun der Gesamtname wie folgt:

2 - {4 - Acetyl - 5' - fluorformyl - 3' - (methylthio)thiocarbonyl - 7' - perfluorpropyl - spiro[2 - cyclobuten - 1,9' - [1,4,5,8]tetrahydro - 1,4 - (epoxysulfinyloxy) - 5,8 - methano - naphthalin] - 2' - yl} - 4 - dimethylaminohexandioyldifluorid.



Ranghöchste Gruppe als Suffix: $\text{—SO}_2\text{NH}_2 \equiv \dots$ -sulfonamid. Damit muß der *Cyclopropan-Ring* Ausgangspunkt der Benennung sein, obwohl wesentlich größere Ring- und auch Ketten-Systeme vorhanden sind. Der kondensierte cyclische Substituent ist aus zwei Komponenten zusammengesetzt:

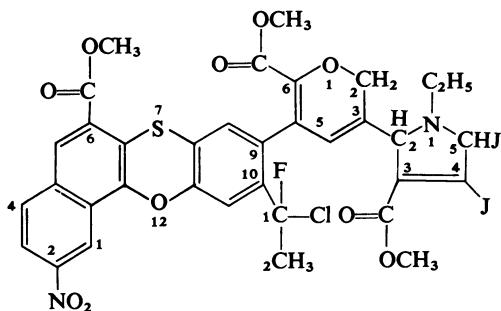
a) [2]Benzazepin b) [2,3]Benzoxathiin

Das kondensierte System heißt dann:

[2,3]Benzoxathiino[4,5-cd][2]benzazepin

Für die gesamte Verbindung resultiert dann der Name:

2 - [7,8 - Dihydro - 8 - sulfinamoyl - 7 - (2 - thioxononadecyl) - [2,3]benzoxathiino - [4,5 - cd][2]benzazepin - 11 - yl] - 3 - tetracosyl - 2 - cyclopropensulfonamid



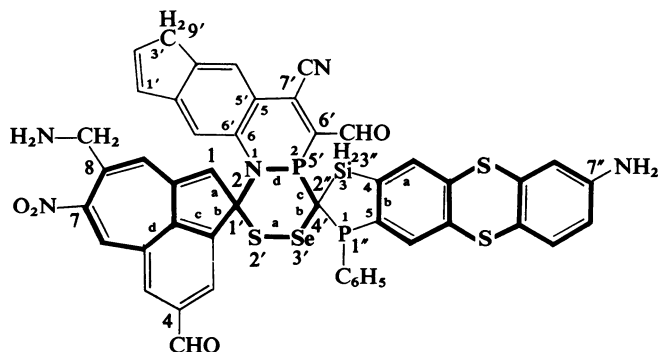
Es liegen *drei cyclische Komponenten* vor, die über Einfachbindungen verknüpft sind. Da die *ranghöchste Gruppe* ($\text{—COOCH}_3 \equiv$ Methoxycarbonyl bzw. Methyl . . . carboxylat bzw. . . . carbonsäuremethylester) in allen drei Komponenten vorkommt, muß das ranghöchste Ringsystem über die Basis der Benennung entscheiden. Da ein Stickstoff-Cyclus immer ranghöher als jeder andere Hetero- oder Isocyclus ist, muß man die obige Verbindung als *Pyrrol-Derivat* behandeln.

Stammsystem: 3-Pyrrolin. **Direkte Substituenten:** Ethyl; Iod; 2*H*-Pyran-3-yl; Estergruppe als Suffix. **Substituenten des cyclischen Substituenten:** Methoxycarbonyl; Benzo[*a*]phenoxathiin-9-yl. **Substituenten des letzteren Systems:** 1-Chlor-1-fluorethyl; Nitro; Methoxycarbonyl.

Setzt man diese Teile jetzt zusammen, erhält man:

1 - Ethyl - 2 - {5 - [10 - (1 - chlor - 1 - fluorethyl) - 6 - methoxycarbonyl - 2 - nitro - benzo[*a*]phenoxathiin - 9 - yl] - 6 - methoxycarbonyl - 2*H* - pyran - 3 - yl} - 4,5 - diiod - 3 - pyrrolin - 3 - carbonsäuremethylester.

Da der Verbindungsname so lang ist empfiehlt sich hier die sonst übliche Esterbezeichnung „Methyl-Verbindungsname-carboxylat“ nicht.



Terminale Komponenten des Dispiro-Systems:

2*H*-Benz[*c,d*]azulen; 1*H*-1,3-Phosphasilolo[4,5-*b*]thianthren

Mittlere Komponente:

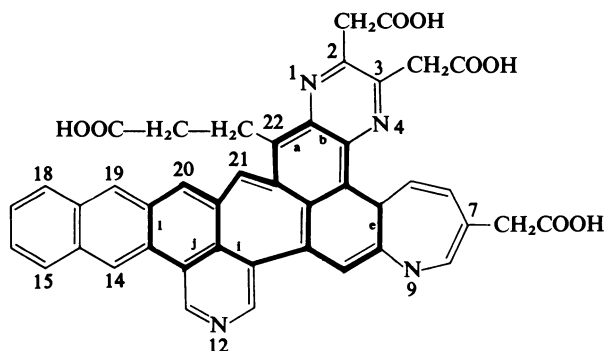
[9*H*]Indeno[5',6':5,6][1,2]azaphosphorino[2,1-*d*][1,2,5,4]thiaselenazaphosphorinan

Unsubstituiertes Grundgerüst:

Dispiro[2*H*-benz[*c,d*]azulen-2,1' - [9*H*]indeno[5',6':5,6][1,2]azaphosphorino[2,1-*d*][1,2,5,4]thiaselenazaphosphorinan-4',2''(3''*H*) - [1*H*][1,3]phosphasilolo[4,5-*b*]thianthren]

Unter Einbeziehung der Substituenten erhält man, wenn man wieder die ranghöchste Gruppe (—CN ≡ carbonitril) als Suffix verwendet:

7'' - Amino - 8 - aminomethyl - 4,6' - diformyl - 7 - nitro - 1'' - phenyl - dispiro[2*H* - benz[*c,d*]azulen - 2,1' - [9*H*]indeno[5',6':5,6][1,2]azaphosphorino[2,1 - *d*][1,2,5,4] - thiaselenazaphosphorinan - 4',2''(3''*H*) - [1*H*][1,3]phosphasilolo[4,5 - *b*]thianthren] - 7' - carbonitril



Hier wendet man für das kondensierte Gerüst zweckmäßigerweise die „a“-Nomenklatur an. Für die Substituenten empfiehlt sich die konjunktive Benennungsweise.

Stammkohlenwasserstoff: Pleiaden

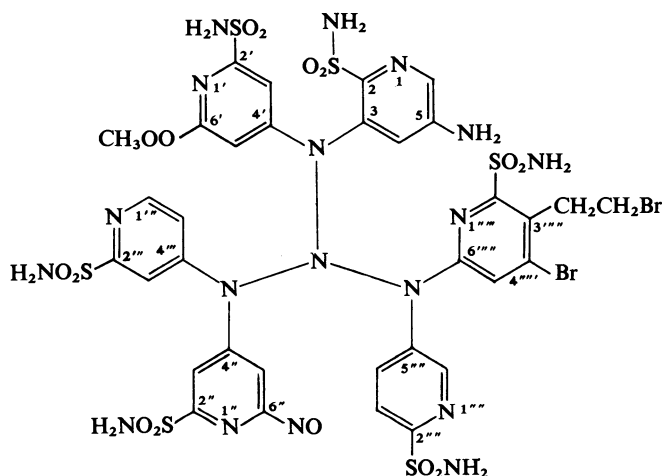
Kondensiertes Gerüst mit Heteropräfixen: 1,4,9,12-Tetraaza-dibenzo-[b,i]cyclohepta[e]naphtho[2,3-l]pleiaden

Vollständige Verbindung:

22-Carboxyethyl - 1,4,9,12 - tetraaza - dibenzo[b,i]cyclohepta[e]naphtho[2,3 - l] - pleiaden - 2,3,7 - triessigsäure

Mit der substitutiven Nomenklatur erhält man den folgenden Namen:

3 - [2,3,7 - Tris - (carboxymethyl) - 1,4,9,12 - tetraaza - dibenzo[b,i]cyclohepta[e] - naphtho[2,3-l]pleiaden-22-yl]-propionsäure

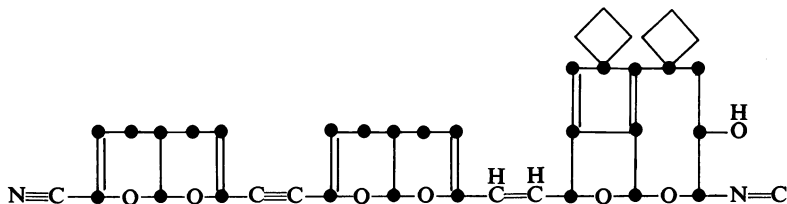


Für diese Verbindung kann man die Spezialnomenklatur für *Aggregate identischer Einheiten* verwerten.

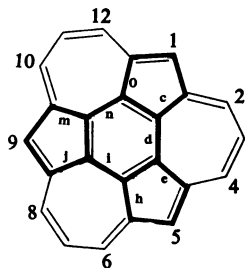
Gerüst: 3,4',4'',4''',5''',6'''-Nitrilotrinitrilohexa-2-pyridinsulfonamid

Mit den Substituenten erhält man dann:

5 - Amino-4'''' - brom-3'''' - (2 - bromethyl) - 6' - methyldioxy - 6'' - nitroso-3,4',4'',4''',5''',6'''' - nitrilotrinitrilohexa-2-pyridinsulfonamid



9 - [\langle 9 - {2 - (10' - Hydroxy - 11' - isocyano - dispiro[cyclobutan - 1,6' - [2,12] - dioxatricyclo[5.5.1.0^{4,13}]trideca - 4,7(13) - dien - 8',1'' - cyclobutan] - 3' - yl) - vinyl} - 2,10 - dioxabicyclo[4.4.0]deca - 3,8 - dien - 3 - yl} - ethinyl] - 2,10 - dioxabicyclo[4.4.0]deca-3,8 - dien-3 - carbonitril



Dieses letzte Beispiel einer noch nicht bekannten, aber aus verschiedenen Gründen sehr interessanten Verbindung² soll zeigen, daß es in gewissen Fällen durchaus angebracht sein kann, auch andere als die in Tabelle 1 (S. 13–15) zur Beibehaltung empfohlenen Trivialnamen zu verwenden. Würde man hier nur die zentrale Benzoleinheit trivial benennen müßte man zunächst ein Grundgerüst zusammensetzen, an das dann die restlichen Strukturelemente zu kondensieren wären.

² D. Hellwinkel: Chemiker Zeitung, **94**, 715 (1970).

Grundgerüst: Benzotriscyclohepten. Mit ankondensierten Fünf-Ringen:

Triscyclopenta[efg,lmn,stu]benzotriscyclohepten

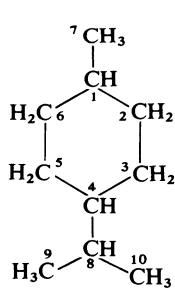
Einfacher wird die Benennung jedoch, wenn man den im Ring-Index empfohlenen Trivialnamen *1H-Trinden* für das *1H-Cyclopenta[e]-as-indacen* verwendet und daran die drei Cyclohepten-Einheiten kondensiert:

Triscyclohepta[cde,hij,mno]trinden

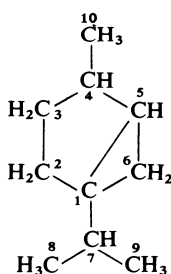
4. Anhang I: Tabellen beizubehaltender Trivialnamen (und Semitrivialnamen)

Bereits in Teil 1 dieses Buches sind größere Serien beizubehaltender Trivialnamen in Tabellenform zusammengestellt worden (Kondensierte Polycyclen: Tabelle 1, S. 13–17; Heterocyclen: Tabellen 2 und 3, S. 37–43). Für die zahlreichen Trivialnamen der funktionellen Verbindungsklassen des Teils 2 hat es sich als zweckmäßiger erwiesen, diese nicht direkt in den Text einzuarbeiten, sondern sie in einem Tabellenanhang zu vereinen. Auch spezielle Kohlenwasserstoff-Systeme wie Terpene und Steroide, deren Nomenklatur weitestgehend von Trivialbezeichnungen beherrscht wird, sind in diesen Anhang aufgenommen.

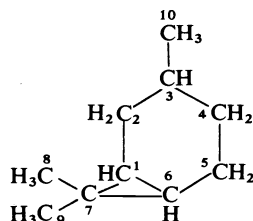
Tabelle 12 *Cyclische Terpen-Kohlenwasserstoffe^a*



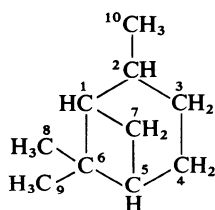
o,m,p-Menthan^b



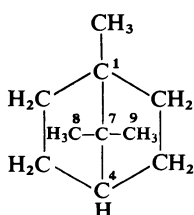
Thujan^c



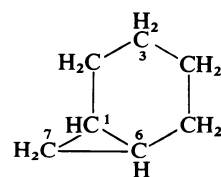
Caran^d



Pinan^d

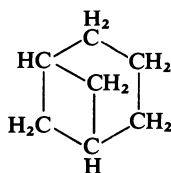


Bornan^d

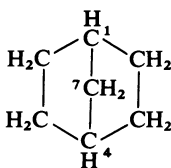


Norcaran

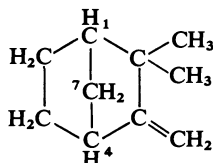
Tabelle 12 (Fortsetzung)



Norpinan



Norbornan

Camphen^b

^a Acyclische Terpene und Terpene vom Tetramethylcyclohexan-Typ werden systematisch benannt. Ungesättigte Derivate der obigen Trivial-Systeme werden wie üblich benannt, z.B.: 3-p-Menthen, 2,5-Norbornadien.

^b Sind weitere Alkylgruppen vorhanden, benennt man systematisch.

^c Sind weitere Methyl- oder Isopropyl-Seitenketten (bzw. Methylengruppen, wenn schon eine solche vorliegt) vorhanden, benennt man systematisch. Sonstige Substitutionsprodukte werden auf die Trivialnamen bezogen.

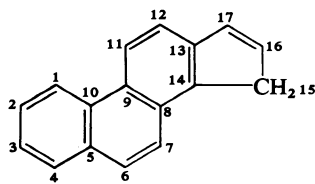
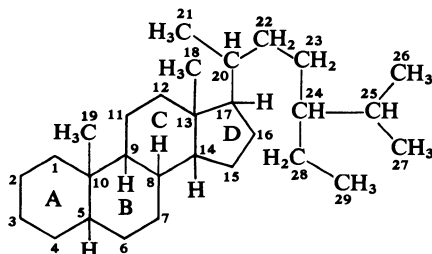
^d Sind zusätzliche Seitenketten vorhanden (mit Ausnahme von Methyl bzw. Methylen, wenn schon eine Methylengruppe vorliegt), benennt man auf der Grundlage der vorliegenden Trivialnamen. Sonstige Derivate dieser Gerüste werden als *Norcaran*, *Norpinan* bzw. *Norbornan*-Abkömmlinge behandelt.

Tabelle 13 *Steroide*

Einzelheiten der sehr speziellen Steroidnomenklatur müssen den Originalregeln entnommen werden [Pure and Applied Chemistry, 31, 285 (1972)]. Hier können nur die fundamentalen Verbindungstypen und die elementarsten Regeln gegeben werden.

Fundamentale Typen

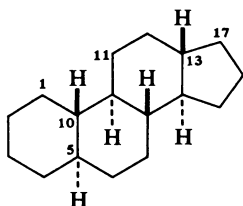
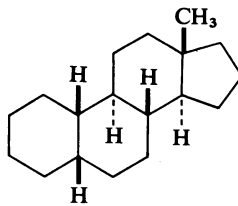
Das folgende Schema gibt die Bezifferungsregelungen, die auch für das voll ungesättigte Grundgerüst gültig sind.



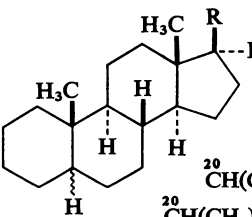
15H-Cyclopenta[a]phenanthren

Tabelle 13 (Fortsetzung)

Gruppen, die aus der Projektionsebene herausragen, werden mit verdickten Bindungen und der Chiffre β gekennzeichnet; Gruppen, die hinter der Projektionsebene liegen, erhalten gestrichelte Bindungen und die Chiffre α .

*5α-Gonane**5β-Ö(E)strane*

Will oder kann man die sterische Position einer Gruppe nicht präzisieren, verwendet man gewellte Bindungen und den Buchstaben ξ .

	R	Trivialname
	H	<i>5ξ-Androstan</i>
	C_2H_5	<i>5ξ-Pregnan</i>
	$\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	<i>5ξ-Cholan^a</i>
	$\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	<i>5ξ-Cholestan^a</i>
	$\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	<i>5ξ-Ergostan^{a, b}</i>
	$\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	<i>5ξ-Stigmastan^{a, c}</i>

^a20R-, ^b24S-, ^c24R-Konfiguration.

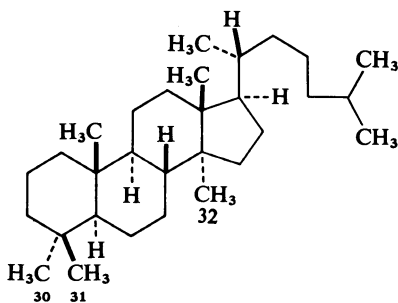
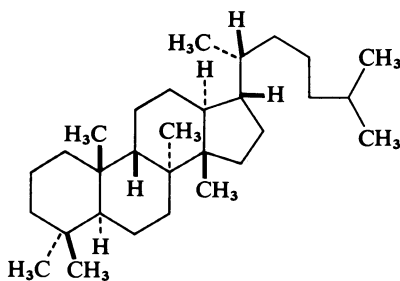
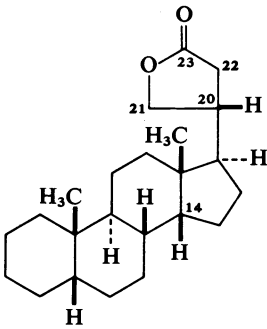
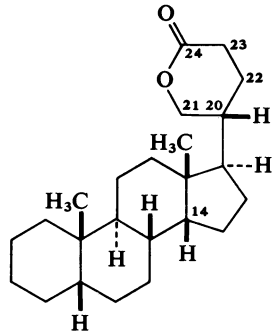
*5α-Lanostane**5α-Protostane*

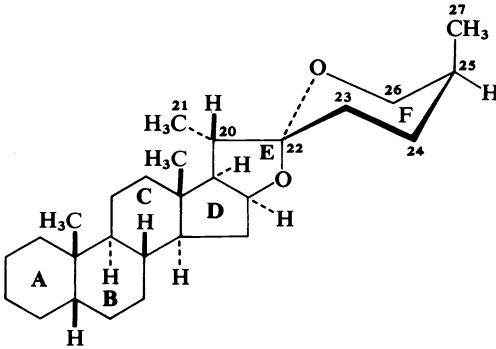
Tabelle 13 (Fortsetzung)



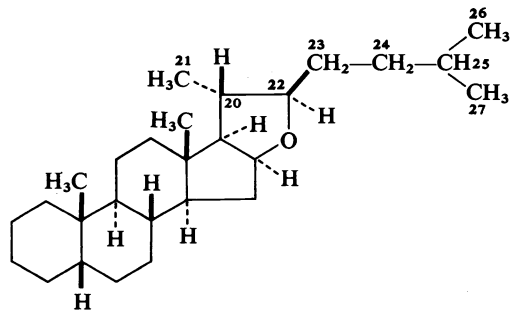
5β,14β-Cardanolid



5β,14β-Bufanolid



(25S)-5β-Spirostan



(22R)-5β-Furostan

Tabelle 13 (Fortsetzung)

Ungesättigte und substituierte Derivate dieser Grundtypen werden gemäß den allgemeinen Regeln der organisch-chemischen Nomenklatur behandelt. Im folgenden sind diesbezügliche Beispiele gegeben, für die aber außerdem volle Trivialnamen beibehalten werden.

Trivialname	Semisystematischer Name
<i>Aldosteron</i>	18,11-Halbacetal des 11 β ,21-Dihydroxy-3,20-dioxo-4-pregnen-18-al
<i>Androsteron</i>	3 α -Hydroxy-5 α -androstan-17-on
<i>Cholecalciferol</i>	9,10-Seco-5,7,10(19)-cholestatrien-3 β -ol
<i>Cholester(in, ol)</i>	5-Cholesten-3 β -ol
<i>Cholsäure</i>	3 α ,7 α ,12 α -Trihydroxy-5 β -cholan-24-säure
<i>Corticosteron</i>	11 β ,21-Dihydroxy-4-pregnen-3,20-dion
<i>Cortisol</i>	11 β ,17,21-Trihydroxy-4-pregnen-3,20-dion
<i>Cortison</i>	17,21-Dihydroxy-4-pregnen-3,11,20-trion
<i>De(s)oxycorticosteron</i>	21-Hydroxy-4-pregnen-3,20-dion
<i>Ergocalciferol</i>	9,10-Seco-5,7,10(19),22-ergostatetraen-3 β -ol
<i>Ergoster(in, ol)</i>	5,7,22-Ergostatrien-3 β -ol
<i>Ö(E)stradiol-17α</i>	1,3,5 (10)-Ö(E)stratrien-3,17 α -diol
<i>Ö(E)striol</i>	1,3,5(10)-Ö(E)stratrien-3,16 α ,17 β -triol
<i>Ö(E)stron</i>	3-Hydroxy-1,3,5(10)-ö(e)stratrien-17-on
<i>Lanoster(in, ol)</i>	8,24-Lanostadien-3 β -ol
<i>Lithocholsäure</i>	3 α -Hydroxy-5 β -cholan-24-säure
<i>Progesteron</i>	4-Pregnen-3,20-dion
<i>Testosteron</i>	17 β -Hydroxy-4-androsten-3-on

Modifizierte Typen

Zusätzliche Verknüpfung zweier C-Atome wird durch den Präfix *Cyclo*, der hinter die Platz- bzw. Stereochemie gesetzt wird, charakterisiert.

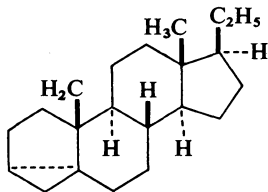
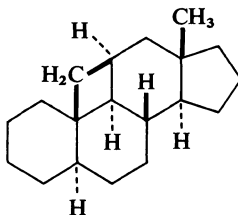
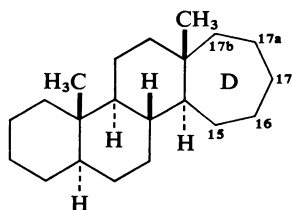
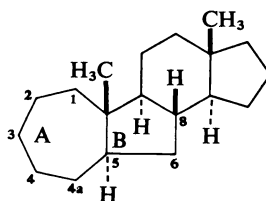
3 α ,5-Cyclo-5 α -pregnan11 β ,19-Cyclo-5 α -androstan

Tabelle 13 (Fortsetzung)

*D*-Dihomo-5 α -androstan*A*-Homo-*B*-nor-5 α -androstan

Heterocyclische Steroidanaloga werden nach den Regeln der Ersetzungsnomenklatur („a“-Nomenklatur, siehe S. 44) behandelt.

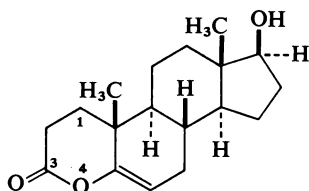
17 β -Hydroxy-4-oxa-5-androsten-3-on

Tabelle 14 Carbonsäuren und ihre Radikale

Name der Säure ^a	Name des Radikals	Formel
Gesättigte aliphatische Carbonsäuren (Vollständige Liste)		
<i>Ameisensäure</i> (<i>Formic acid</i>)	Formyl	HCO—
<i>Essigsäure</i> (<i>Acetic acid</i>)	Acetyl	H ₃ C—CO—
<i>Propionsäure</i>	Propionyl	H ₃ C—CH ₂ —CO—
<i>Buttersäure</i> (<i>Butyric acid</i>)	Butyryl	H ₃ C—(CH ₂) ₂ —CO—
<i>Isobuttersäure</i> ^b (<i>Isobutyric acid</i>)	Isobutyryl	(H ₃ C) ₂ CH—CO—
<i>Valeriansäure</i> (<i>Valeric acid</i>)	Valeryl	H ₃ C—(CH ₂) ₃ —CO—
<i>Isovaleriansäure</i> ^b	Isovaleryl	(H ₃ C) ₂ CH—CH ₂ —CO—
<i>Pivalinsäure</i> ^b	Pivaloyl	(H ₃ C) ₃ C—CO—

Tabelle 14 (Fortsetzung)

Name der Säure ^a	Name des Radikals	Formel
<i>Laurinsäure</i> ^b	Lauroyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{CO}-$
<i>Myristinsäure</i> ^b	Myristoyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{12}-\text{CO}-$
<i>Palmitinsäure</i> ^b	Palmitoyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{14}-\text{CO}-$
<i>Stearinsäure</i> ^b	Stearoyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{16}-\text{CO}-$

Gesättigte aliphatische Dicarbonsäuren (Unvollständige Liste)

<i>Oxalsäure</i>	Oxalyl	$-\text{CO}-\text{CO}-$
<i>Malonsäure</i>	Malonyl	$-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CO}-$
<i>Bernsteinsäure</i> (<i>Succinic acid</i>)	Succinyl	$-\text{CO}-(\text{CH}_2)_2-\text{CO}-$
<i>Glutarsäure</i>	Glutaryl	$-\text{CO}-(\text{CH}_2)_3-\text{CO}-$
<i>Adipinsäure</i>	Adipoyl	$-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}-$
<i>Pimelinsäure</i> ^b	Pimeloyl	$-\text{CO}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-$
<i>Korksäure</i> ^b (<i>Suberic acid</i>)	Suberoyl	$-\text{CO}-(\text{CH}_2)_6-\text{CO}-$
<i>Azelainsäure</i> ^b	Azelaoyl	$-\text{CO}-(\text{CH}_2)_7-\text{CO}-$
<i>Sebacinsäure</i> ^b	Sebazoyl	$-\text{CO}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO}-$

Ungesättigte aliphatische Carbonsäuren (Unvollständige Liste)

<i>Acrylsäure</i>	Acryloyl	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CO}-$
<i>Propiolsäure</i>	Propioloyl	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CO}-$
<i>Methacrylsäure</i>	Methacryloyl	$\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CO}-$
<i>Crotonsäure</i> (trans)	Crotonoyl	} $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-$
<i>Isocrotonsäure</i> (cis)	Isocrotonoyl	
<i>Ölsäure</i> (cis) (<i>Oleic acid</i>)	Oleoyl	
<i>Elaidinsäure</i> (trans)	Elaidoyl	} $\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CO}-$
<i>Maleinsäure</i> (cis)	Maleoyl	
<i>Fumarsäure</i> (trans)	Fumaroyl	
<i>Muconsäure</i>	Muconoyl	$-\text{CO}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-$
<i>Citraconsäure</i> (cis) ^b	Citraconoyl	} $-\text{CO}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CO}-$
<i>Mesaconsäure</i> (trans) ^b	Mesaconoyl	

Cyclische Carbonsäuren (Unvollständige Liste)

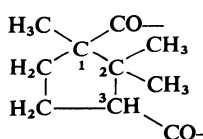
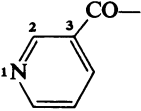
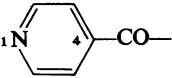
<i>Camphersäure</i> (<i>Camphoric acid</i>)	Camphoroyl	
<i>Benzoessäure</i>	Benzoyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-$

Tabelle 14 (Fortsetzung)

Name der Säure ^a	Name des Radikals	Formel
<i>Phthalsäure</i> (o) (<i>Iso,Tere</i>) <i>phthalsäure</i> (m,p)	Phthaloyl (<i>Iso,Tere</i>)phthaloyl	$C_6H_4(CO-)_2$
<i>Naphthoesäure</i>	Naphthoyl	
<i>Toluylsäure</i> (o,m,p)	Toluoyl	$C_{10}H_7-CO-$
<i>Hydratropasäure</i>	Hydratropoyl	$H_3C-C_6H_4-CO-$
<i>Atropasäure</i>	Atropoyl	$C_6H_5-CH(CH_3)-CO-$
<i>Zimtsäure</i> (<i>Cinnamic acid</i>)	Cinnamoyl	$C_6H_5-C(=CH_2)-CO-$
		$C_6H_5-CH=CH-CO-$
<i>Nicotinsäure</i>	Nicotinoyl	
<i>Isonicotinsäure</i>	Isonicotinoyl	
Peroxsäuren		
<i>Perameisensäure</i> (<i>Performic acid</i>)	—	$HC(O)OOH$
<i>Peressigsäure</i> (<i>Peracetic acid</i>)	—	$H_3C-C(O)OOH$
<i>Perbenzoesäure</i>	—	$C_6H_5-C(O)OOH$

^a Vollständige englische Namen sind nur angegeben, wenn sie sehr stark von den im Deutschen gebräuchlichen Begriffen abweichen. Ansonsten enden alle Säuren im Englischen auf ... *ic acid*, wobei die Silbe ... *ic* entweder direkt an den deutschen Namen angehängt werden kann (Oxalsäure → Oxalic acid) oder durch Umformung der Endsilben ... *in* (Pivalinsäure → Pivalic acid), ... *oe* (Benzoessäure → Benzoic acid), ... *yl* (Toluylsäure → Toluic acid) und ... *a* (Atropasäure → Atropic acid) entsteht.

^b C-Substitutionsprodukte dieser Säuren sollten systematisch benannt werden.

Tabelle 15 Hydroxy- und Alkoxy-carbonsäuren (Unvollständige Liste)

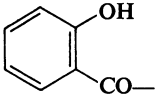
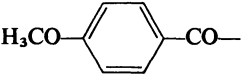
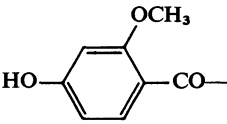
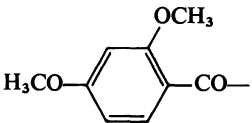
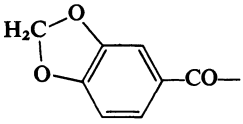
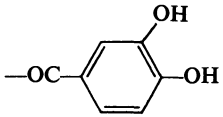
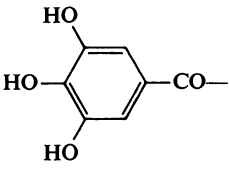
Name der Säure ^a	Name des Radikals	Formel
<i>Glykolsäure</i>	Glykoyl	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CO}-$
<i>Milchsäure</i> (<i>Lactic acid</i>)	Lactoyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-$
<i>Glycerinsäure</i>	Glyceroyl	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-$
<i>Tartronsäure</i>	Tartronyl	$-\text{CO}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-$
<i>Äpfelsäure</i> (<i>Malic acid</i>)	Maloyl	$-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-$
<i>Tropasäure</i>	Tropoyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{CH}_2\text{OH})-\text{CO}-$
<i>Benzilsäure</i>	Benziloyl	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{C}(\text{OH})-\text{CO}-$
<i>Mandelsäure</i>	Mandeloyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-$
<i>Salicylsäure</i>	Salicyloyl	
<i>Anissäure</i>	Anisoyl	
<i>Vanillinsäure</i>	Vanilloyl	
<i>Veratrunsäure</i>	Veratroyl	
<i>Piperonylsäure</i>	Piperonyloyl	
<i>Protocatechusäure</i>	Protocatechuoyl	

Tabelle 15 (Fortsetzung)

Name der Säure ^a	Name des Radikals	Formel
<i>Gallussäure</i>	Galloyl	
<i>Citronensäure</i>		$\text{—CO—CH}_2\text{—}\underset{\text{CO—}}{\text{C(OH)—}}\text{CH}_2\text{—CO—}$
<i>Mevalonsäure</i>		$\text{HO—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}\underset{\text{OH}}{\text{C(CH}_3\text{)—}}\text{CH}_2\text{—CO—}$

^a Fußnote ^a der Tabelle 14 gilt entsprechend.

Tabelle 16 Oxocarbonsäuren

Name der Säure ^a	Name des Radikals	Formel
<i>Glyoxylsäure</i>	Glyoxyloyl	OHC—CO—
<i>Brenztraubensäure</i> (Pyruvic acid)	Pyruvoyl	$\text{H}_3\text{C—CO—CO—}$
<i>Acetessigsäure</i> (Acetoacetic acid)	Acetoacetyl	$\text{H}_3\text{C—CO—CH}_2\text{—CO—}$
<i>Lävulinsäure</i>		$\text{H}_3\text{C—CO—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CO—}$
<i>Mesoxalsäure</i>	Mesoxalyl	—CO—CO—CO—
	Mesoxalo	HOOC—CO—CO—
<i>Oxalessigsäure</i>	Oxalacetyl	$\text{—CO—CH}_2\text{—CO—CO—}$
	Oxalaceto	$\text{HOOC—CO—CH}_2\text{—CO—}$

^a Fußnote ^a der Tabelle 14 gilt entsprechend.

Tabelle 17 Die wichtigsten α -Aminocarbonsäuren

Aminosäure	Abkürzung*	Radikal	Formel
<i>Alanin</i> β -Alanin	Ala (A)	Alanyl β -Alanyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CO}-$
<i>Arginin</i>	Arg (R)	Arginyl	$\text{HN}=\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CO}-$ NH_2 NH_2
<i>Cystathionin</i>		Cystathionyl	$\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$ $\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Cystein</i>	Cys (C)	CysteinyI	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Cystin</i>		Cystyl	$\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$ $\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Glycin</i>	Gly (G)	Glycyl	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CO}-$
<i>Histidin</i>	His (H)	Histidyl	$\text{HC}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$ $\text{HN}=\text{C}=\text{N}$ H
<i>Homocystein</i> <i>Homoserin</i> <i>Isoleucin</i>	Ile (I)	Homocysteinyl Homoseryl Isoleucyl	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$ $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$ $\text{C}_2\text{H}_5-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Lanthionin</i>		Lanthionyl	$\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$ $\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$

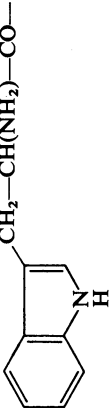
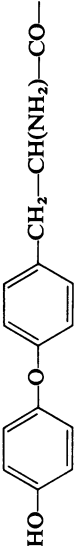

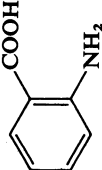
<i>Leucin</i>	Leu	(L)	Leucyl	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Lysin</i>	Lys	(K)	Lysyl	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Methionin</i>	Met	(M)	Methionyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Norleucin</i>			Norleucyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Norvalin</i>			Norvalyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Ornithin</i>			Ornithyl	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Phenylalanin</i>	Phe	(F)	Phenylalanyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
				$\text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{CO}-$
<i>Prolin</i>	Pro	(P)	Prolyl	$\text{H}_2\text{C}-\text{C}(\text{NH})-\text{H}_2$
<i>Sarcosin</i>			Sarcosyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CO}-$
<i>Serin</i>	Ser	(S)	Seryl	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Threonin</i>	Thr	(T)	Threonyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
				$\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Tryptophan</i>	Trp	(W)	Tryptophyl	
<i>Thyronin</i>			Thyronyl	
<i>Tyrosin</i>	Tyr	(Y)	Tyrosyl	
<i>Valin</i>	Val	(V)	Valyl	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>Asparaginsäure</i>	Asp	(D) ^b	α -Aspartyl	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$
<i>(Aspartic acid)*</i>			β -Aspartyl	$-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
			Aspartoyl	$-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-$

Tabelle 17 (Fortsetzung)

Aminosäure	Abkürzung ^a	Radikal	Formel
<i>Asparagin</i> <i>Glutaminsäure</i>	Asn Glu	Asparaginyl α -Glutamyl γ -Glutamyl Glutamoyl Glutaminyl	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}- \\ \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}- \\ -\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH} \\ -\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}- \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}- \end{array}$
<i>Glutamin</i>	Gln	(Q) ^c	
Andere Aminosäuren und Amidsäuren			
<i>Hippursäure</i>		?	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
<i>Anthranilsäure</i>		?	
<i>Carbaminsäure</i> <i>Carbazinsäure</i> <i>Allophanensäure</i> <i>Hydantoinsäure</i>		Carbamoyl Carbazoyl Allophanoyl —	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N}-\text{CO}- \\ \text{H}_2\text{N}-\text{NH}-\text{CO}- \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CO}- \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$

* Fußnote ^a von Tabelle 14 gilt entsprechend.

^a IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature, Pure and Applied Chemistry 31, 641 (1972). Die Drei-Buchstaben-Symbole sind für den normalen Gebrauch bestimmt; die Ein-Buchstaben-Symbole sollen nur in speziellen Fällen Anwendung finden, insbesondere wenn es die Platzfrage gebietet.

^b Zusätzlich wird vorgeschlagen den Buchstaben B zu verwenden, wenn es nicht klar ist ob *Asparagin* oder *Asparaginsäure* vorliegt.

^c Der Buchstabe Z wird verwendet, wenn nicht klar ist ob *Glutamin* oder *Glutaminsäure* vorliegt. Jede andere, unbekannte Aminosäure wird mit dem Buchstaben X angezeigt.

Tabelle 18 Lactone und Lactame

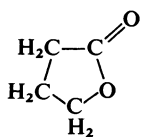
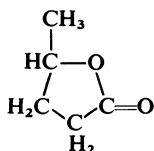
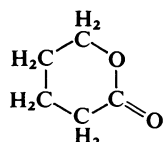
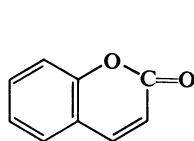
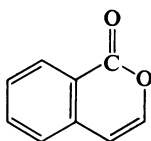
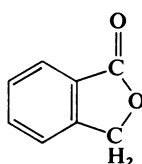
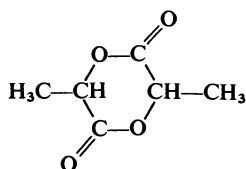
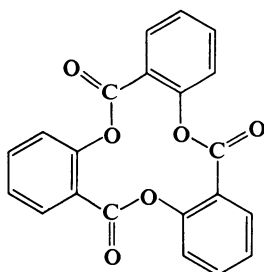
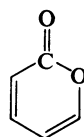
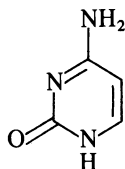
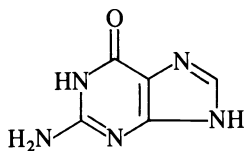
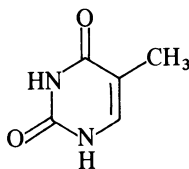
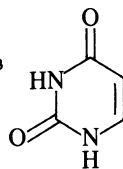
*γ-Butyrolacton**γ-Valerolacton**δ-Valerolacton**Cumarin**Isocumarin**Phthalid**Dilactid**Trisallylid**2-Pyron oder
α-Pyron**Cytosin (C)^a**Guanin (G)^a**Thymin (T)^a**Uracil (U)^a*^a Abkürzungen, wie sie in Nucleinsäuren verwendet werden.

Tabelle 19 Sulfonsäuren und entsprechende Radikale

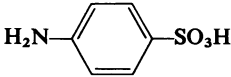
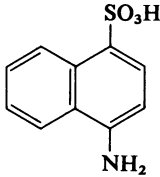
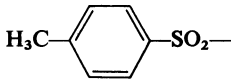
Sulfonsäure	Radikal	Formel
<i>Sulfanilsäure</i>	—	
<i>Naphthionsäure</i>	—	
<i>Taurin</i>	<i>Tauryl</i>	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{SO}_2-$
<i>Methansulfonsäure</i>	<i>Mesyl</i>	$\text{H}_3\text{C}-\text{SO}_2-$
<i>p-Toluolsulfonsäure</i>	<i>Tosyl</i>	

Tabelle 20 Aldehyde

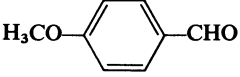
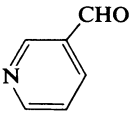
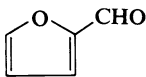
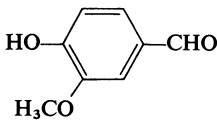
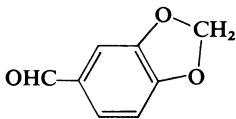
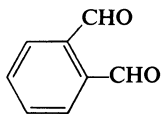
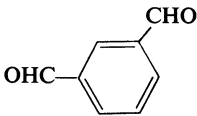
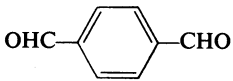
Aldehyd	Formel
<i>Formaldehyd</i>	HCHO
<i>Acetaldehyd</i>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CHO}$
<i>Propionaldehyd</i>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
<i>Butyraldehyd</i>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$
<i>Isobutyraldehyd</i>	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CHO}$
<i>Valeraldehyd</i>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$
<i>Isovaleraldehyd</i>	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
<i>Acrylaldehyd</i> oder <i>Acrolein</i>	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CHO}$
<i>Crotonaldehyd</i>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$
<i>Benzaldehyd</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHO}$
<i>Zimtaldehyd</i> (<i>Cinnamaldehyd</i>) ^a	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$
<i>o,m,p-Anisaldehyd</i>	

Tabelle 20 (Fortsetzung)

Aldehyd	Formel
<i>Nicotinaldehyd</i>	
<i>2-Furaldehyd</i> oder <i>Furfural</i>	
<i>Glyceraldehyd</i>	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CHO}$
<i>Glycolaldehyd</i>	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
<i>Citral</i>	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CHO}$
<i>Vanillin</i>	
<i>Piperonal</i>	
<i>Glyoxal</i>	$\text{OHC}-\text{CHO}$
<i>Malonaldehyd</i>	$\text{OHC}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
<i>Succinaldehyd</i>	$\text{OHC}-(\text{CH}_2)_2-\text{CHO}$
<i>Glutaraldehyd</i>	$\text{OHC}-(\text{CH}_2)_3-\text{CHO}$
<i>Adipaldehyd</i>	$\text{OHC}-(\text{CH}_2)_4-\text{CHO}$
<i>Phthalaldehyd</i>	
<i>Isophthalaldehyd</i>	
<i>Terephthalaldehyd</i>	

* Fußnote * von Tabelle 14 gilt sinngemäß.

Tabelle 21 Ketone

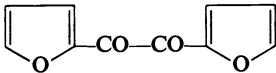
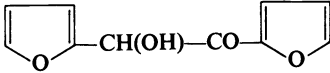
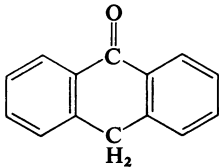
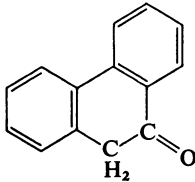
Keton	Formel
<i>Aceton</i>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_3$
<i>Propiophenon</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
<i>Desoxybenzoin</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
<i>Chalkon</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
<i>Biacetyl</i>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CO}-\text{CH}_3$
<i>Benzil</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
<i>2,2'-Furil</i>	
<i>2,2'-Furoin</i>	
<i>Acetoin</i>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-\text{CH}_3$
<i>Benzoin</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
<i>Anthron</i>	
<i>Phenanthron</i>	
Ketonradikale	
<i>Acetonyl</i>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_2-$
<i>Acetonyliden</i>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}=-$
<i>Phenacyl</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CH}_2-$
<i>Phenacyliden</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CH}=-$

Tabelle 22 (Fortsetzung)

Alkohol

Formel

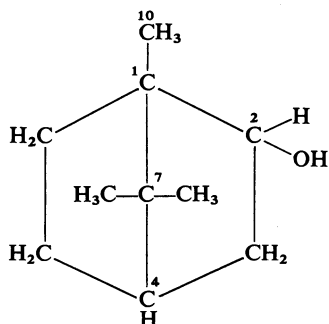
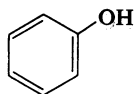
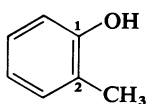
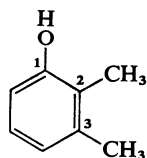
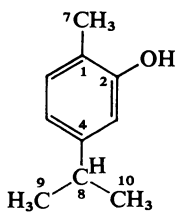
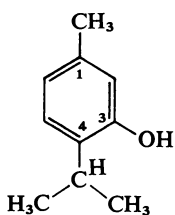
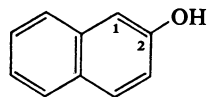
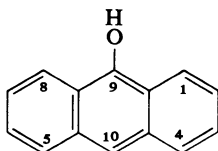
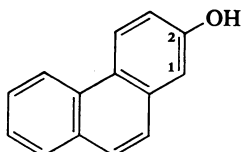
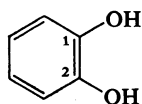
BorneolTabelle 23 *Phenole**Phenol**o,m,p-Kresol**2,3-Xylenol**Carvacrol**Thymol**2-Naphthol**9-Anthrol**2-Phenanthrol**Brenzkatechin
(Pyrocatechol)*

Tabelle 23 (Fortsetzung)

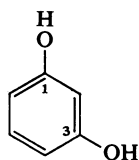
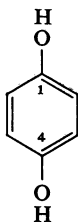
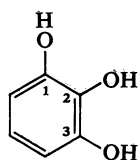
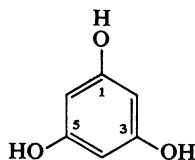
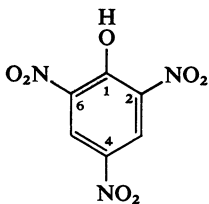
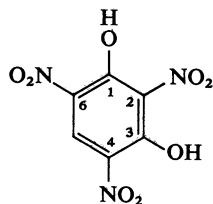
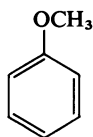
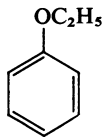
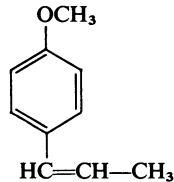
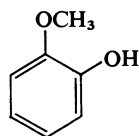
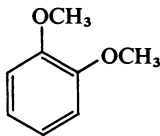
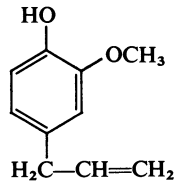
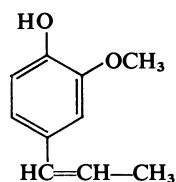
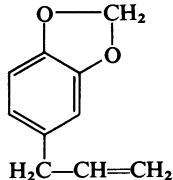
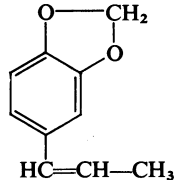
*Resorcin*
(Resorcinol)*Hydrochinon**Pyrogallol**Phloroglucin*
(Phloroglucinol)*Pikrinsäure**Styphninsäure*

Tabelle 24 *Ether**Anisol**Phenetol**Anethol**Guajakol**Veratrol**Eugenol**Isoeugenol**Safrol**Isosafrol*Tabelle 25 *Amine, Ammoniumverbindungen und Amide*

Trivialname

Formel

Anilin $\text{C}_6\text{H}_5\text{—NH}_2$

o,m,p-Anisidin

 $\text{H}_3\text{C—O—C}_6\text{H}_4\text{—NH}_2$

o,m,p-Phenetidin

 $\text{C}_2\text{H}_5\text{—O—C}_6\text{H}_4\text{—NH}_2$

o,m,p-Toluidin

 $\text{H}_3\text{C—C}_6\text{H}_4\text{—NH}_2$

2,4-Xylidin

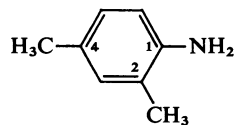
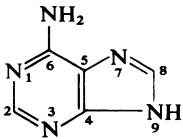
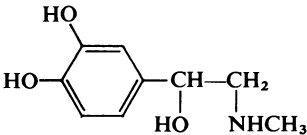
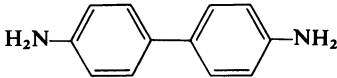


Tabelle 25 (Fortsetzung)

Trivialname	Formel
<i>Adenin (A)^a</i>	
<i>Colamin</i>	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
<i>Sphingosin</i>	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{12}-\text{CH}=\text{CH}-\underset{\text{HO}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\underset{\text{NH}_2}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{OH}$
<i>Ephedrin</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\underset{\text{HO}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\underset{\text{NHCH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$
<i>Benzedrin</i>	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$
<i>Adrenalin</i>	
<i>Putrescin</i> <i>Cadaverin</i>	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2 \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2 \end{array}$
<i>Benzidin</i>	
<i>Cholin</i> (bromid usw.)	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\oplus}{\text{N}}(\text{CH}_3)_3\text{Br}^\ominus$
<i>Betain</i>	$^\ominus\text{OOC}-\text{CH}_2-\overset{\oplus}{\text{N}}(\text{CH}_3)_3$
<i>Betain</i> (hydrobromid usw.)	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\overset{\oplus}{\text{N}}(\text{CH}_3)_3\text{Br}^\ominus$ usw.
<i>Di, Triacetamid</i>	$\text{HN}(\text{CO}-\text{CH}_3)_2, \text{N}(\text{CO}-\text{CH}_3)_3$
<i>Di, Tribenzamid</i>	$\text{HN}(\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5)_2, \text{N}(\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5)_3$

^a Abkürzung, wie sie in Nucleinsäuren verwendet wird.

Tabelle 26 Halogenverbindungen

Trivialname	Formel
<i>Methylenchlorid, -bromid, -iodid, -fluorid</i>	H_2CX_2
<i>Fluoro-, Chloro-, Bromo-, Iodoform</i>	HCX_3
<i>Tetra-fluor-, -iod-, -brom-, -chlorkohlenstoff</i>	CX_4
<i>Benzalchlorid, -bromid, -iodid, -fluorid</i>	$\text{C}_6\text{H}_5\text{—CHX}_2$
<i>Benzotrichlorid, -bromid, -iodid, -fluorid</i>	$\text{C}_6\text{H}_5\text{—CX}_3$
<i>Di-iod-, -brom-, -chlor-, -fluor-carben (-methylen)</i>	:CX_2
<i>Phosgen oder Carbonyldichlorid usw.</i>	Cl—CO—Cl
<i>Thiophosgen oder Thiocarbonyldichlorid usw.</i>	Cl—CS—Cl

5. Anhang II: Die „Wiswesser Line Notation“

Sowohl chemische Formeln als auch die zugehörigen systematischen und/oder trivialen Namen sind im allgemeinen so umfangreich, daß sie weder eine prägnante Indexierung erlauben, noch effizient in der elektronischen Datenverarbeitung eingesetzt werden können. Es hat daher nicht an Versuchen gefehlt, einfachere Kodierungsmöglichkeiten für das Verschlüsseln und Registrieren struktureller Informationen in der Chemie zu entwickeln. Von diesen Kode-Systemen hat die „Wiswesser Line Notation“ (auch „Wiswesser Line-Formula Notation“ genannt) mittlerweile die weiteste Verbreitung gefunden. Da schon heute abzusehen ist, daß die zukünftige Entwicklung des chemischen Dokumentationswesens mehr und mehr von diesem Notations-System beherrscht sein wird, sollen hier dessen allgemeinste Grundlagen kurz vorgestellt werden.

Bei der Wiswesser Line Notation handelt es sich um die Wiedergabe chemischer Verbindungen mittels einer linearen Serie von einfachen Symbolen, die in Tabelle 27 niedergelegt sind. Und zwar verwendet man

1. Vier spezielle Symbole: freier Raum, Leerstelle (Blank space); et-Zeichen (Ampersand) &; Bindestrich (Hyphen) -; Schrägstrich (slash) /.

2. Ziffern von 0 bis 9. (Zur Unterscheidung von O = Sauerstoff wird Null durch Ø gegeben.

3. Großbuchstaben.

Bei den Buchstaben verwendet man alle (großgeschriebenen) internationalen Atomsymbole mit Ausnahme von Br, Cl, K, U, V, W und Y. Für letztere werden die folgenden Symbole eingeführt: E, G, -KA-, -UR-, -VA-, -WO-,

Tabelle 27 Die Symbole der Wiswesser Line Notation

Symbol	Bedeutung
Leerstelle	Vor einem Buchstaben: Ringposition. Vor einer Ziffer: Multiplikation voranstehender Notationssymbole. Innerhalb von Ringsymbolen: multicyclische Positionen
et-Zeichen &	1. Ende einer Seitenkette. 2. Mit voranstehender Leerstelle: Zeichen für ionisches Salz, Additionsverbindung oder zusätzliche Information. 3. Innerhalb von Ringsymbolen: im Ring sind keine zwei oder mehr C-Atome vorhanden, die an vier andere Atome gebunden sind. 4. Nach einer Leerstelle-Buchstabe-Bindestrich-Kombination: Spiro-Verknüpfung

Tabelle 27 (Fortsetzung)

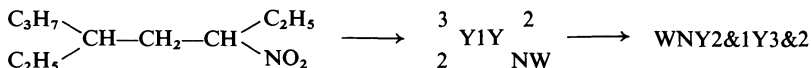
Symbol	Bedeutung
Bindestrich - Schrägstrich /	Trennendes oder verbindendes Symbol
∅ bis 9	1. Unterbricht Wirkung eines Multiplikators. 2. Schließt multiplizierte Symbolgruppen ein. 3. Ende eines Polymeren 1. Gliederzahl von im Innern gesättigten, unverzweigten Alkylketten (Fragmenten) z. B.: $-\text{CH}_3 = 1$, $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$, $-\text{CH}_2\text{CH}=\text{}$, $-\text{CH}_2\text{CH}_3 = 2$ usw. 2. Innerhalb von Ringsymbolen: Ringgliederzahl
A	Generell Alkyl
B	Bor-Atom
C	Unverzweigtes C-Atom, das über Mehrfachbindungen an ein Nicht-C-Atom gebunden ist. $-\text{C}\equiv\text{N}$, $=\text{C}=\text{}$
D	Vorgeschlagenes Symbol für eine Chelat-Bindung und Start-Symbol einer Chelat-Notation
E	Brom-Atom
F	Fluor-Atom
G	Chlor-Atom
H	1. Wasserstoff-Atom. 2. Innerhalb von Ringsymbolen nach einem Positions-Symbol angeordnet: Position eines C-Atoms, das an vier andere Atome gebunden ist
I	Iod-Atom
J	Ende einer Ringbeschreibung
K	Stickstoffatom, das an mehr als drei andere Atome gebunden ist. $\begin{array}{c} | \\ -\text{N}- \\ | \end{array}^{\oplus}$
L	Erstes Symbol eines carbocyclischen Ringes
M	Imino- oder Imido-Gruppe. $-\text{NH}-$, $=\text{NH}$
N	Wasserstoff-freies N-Atom, das mit nicht mehr als drei anderen Atomen verknüpft ist
O	Wasserstoff-freies Sauerstoff-Atom
P	Phosphor-Atom
Q	Hydroxylgruppe $-\text{OH}$
R	Benzol-Ring
S	Schwefel-Atom
T	1. Erstes Symbol eines Heterocyclus. 2. Innerhalb von Ring-Symbolen: zeigt zwei oder mehr C-Atome an, die an vier andere Atome gebunden sind
U	Einfache Unsättigung, Doppelbindung
V	Carbonyl-Gruppierung, >C=O
W	Nichtlineare Dioxo-Gruppierung, $-\text{N}^+=\text{O}$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O}^- \end{array}$, $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{S} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \end{array}$
X	C-Atom, das an vier Nicht-Wasserstoff-Atome gebunden ist >C<
Y	C-Atom, das an drei Nicht-Wasserstoff-Atome gebunden ist $\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH} \\ | \end{array}$, $\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \\ || \end{array}$
Z	Amino- oder Amido-Gruppe, $-\text{NH}_2$

und -YT-. (Alle Zwei-Buchstaben-Atom-Symbole werden zwischen Bindestriche gestellt). Carbocyclische Ringe symbolisiert man durch die Buchstabenkombination L...J, heterocyclische Ringe durch T...J. Die Anwendung dieser Symbole wird nun an Hand einiger einfacher Beispiele verdeutlicht, wobei folgende Regeln zu beachten sind:

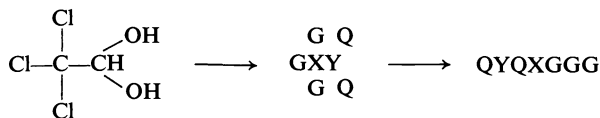
1. Bei der Verschlüsselung einer Struktur werden die Symbole der einzelnen Fragmente in der Reihenfolge angegeben, in der diese verknüpft sind.
2. Bei unsymmetrischen Strukturen wird mit dem ranghöchsten Symbol begonnen. Die Prioritäten ergeben sich gemäß der folgenden ansteigenden Ordnung: Leerstelle, &, -, /, Ø 1 2 3 ... 9 10 11 ... A B C ... Z.



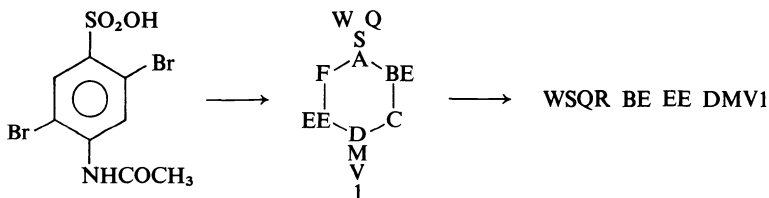
Bei verzweigten Strukturen muß das Ende einer Seitenkette gegebenenfalls durch ein et-Zeichen angezeigt werden, wenn es die Eindeutigkeit der Notation erfordert. Auch ist es in diesen Fällen hilfreich, vor der linearen Reihung der Symbole eine zweidimensionale „graphische Formel“ anzuschreiben.



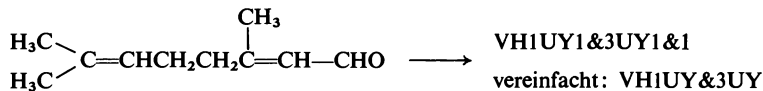
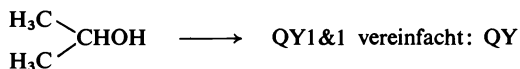
Wenn Seitenketten mit Symbolen wie Q und G enden, sind keine et-Zeichen notwendig, da diese Symbole immer terminal sind.



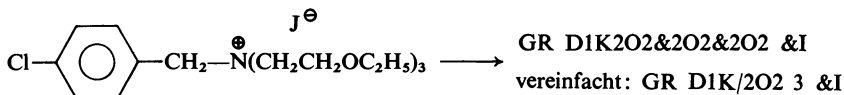
Benzolringe werden mit dem Symbol R angezeigt, das genau so gehandhabt wird wie andere Verzweigungssymbole. Die Ringpositionen erhalten Platzchiffren in Form von Großbuchstaben A, B, C..., denen eine Leerstelle vorangeht. Der Substituent, dessen Symbol vor das Benzol-Symbol R gestellt wird, besetzt definitionsgemäß die Position A.



Das häufig vorkommende Methyl-Fragment $\text{—CH}_3 \rightarrow 1$ kann in vielen Fällen vernachlässigt werden. Muß Wasserstoff explizit angegeben werden, stellt man das Symbol H direkt hinter das Symbol, an das es geknüpft ist.

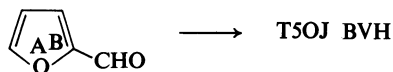


Weitere Vereinfachungen sind für Strukturen möglich, bei denen mehrere identische Fragmente vorkommen. (Wird neuerdings nicht mehr empfohlen.)

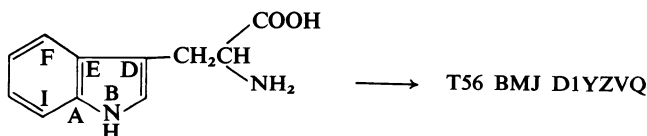


Der Schrägstrich zeigt hier an, bis wohin der Multiplikator (hier 3) wirkt. Die Leerstelle-et-Zeichen-Kombination trennt die Ionen.

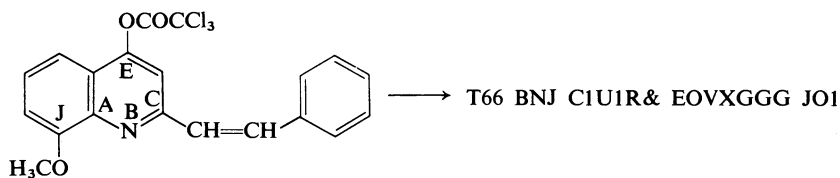
Ringstrukturen (außer Benzol) bedürfen zu ihrer eindeutigen Charakterisierung innerhalb der allgemeinen Buchstabenkombination L...J (Carbocyclus) und T...J (Heterocyclus) weiterer Symbole, die die Ringgröße, die Position von Heteroelementen usw. angeben.



Es liegt ein heterocyclischer (T...J) Fünfring (5) vor, der in der A-Position (nicht gesondert angezeigt) ein Sauerstoffatom (O) enthält. An Position B ist die Formylgruppe (VH) angefügt. Mehrkernige Ringe werden sinn gemäß bezeichnet.



In einem solchen kondensierten Ringsystem beginnt die Positionen-Chiffrierung an einer Verschmelzungsposition und läuft zunächst über den kleineren Ring.



Das letzte Beispiel zeigt, daß auch relativ komplizierte Strukturen mit nicht all zu viel Symbolen wiedergegeben werden können. Im allgemeinen beträgt die mittlere Länge einer Notation 20–25 Symbole; mehr als 98 % aller Notationen benötigen weniger als 50 Symbole! Es sei allerdings nicht verschwiegen, daß die Regeln für polycyclische Systeme wesentlich komplizierter sind und im Rahmen dieses Büchleins auch nicht näherungsweise besprochen werden können.

Literatur

- Palmer, G.: Wiswesser line-formula notation. *Chemistry in Britain* **6**, 422 (1970).
- Granito, C. E., und Garfield, E.: Substructure search and correlation in the management of chemical information. *Naturwissenschaften* **60**, 189 (1973).
- Smith, E. G.: The Wiswesser line-formula chemical notation. New York: McGraw-Hill 1968.
- Smith, E. G., und Baker, P. A.: The Wiswesser line-formula notation, third edition. Chemical Information Management Inc., Cherry Hill, New Jersey, 1976.

Sachverzeichnis

- “a”-Nomenklatur 44
 - für acyclische Systeme 46
 - für kondensierte Heterocyclus 57
- “a”-Terme (Tabelle 4) 44, 119
- Abstufung der Prioritätskriterien 3
- Aceanthren 23
- Aceanthrylen 15
- Acenaphthen 23
- Acenaphtho... 12
- Acenaphthylen 12, 13
- Acephenanthren 23
- Acephenanthrylen 15
- Acetaldehyd 144
- Acetale 65, 94
- Acetat 81
- Acetessigsäure 139
- Acetic acid (Essigsäure) 135
- Acetoacetic acid 139
- Acetoin 146
- Aceton 146
- Acetonyl 146
- Acetonyliden 146
- Acetyl 135
- Acetylen 6
- Acetylde 81
- aci-Nitro 61
- Acridin 41
- Acrolein 144
- Acrylaldehyd 144
- Acrylsäure 136
- Acyl... 86
- Acyclische Kohlenwasserstoffe 5
- Acylierte Amine 103
- Acylierte Ringsysteme 90
- Acyl-Radikale 86
- Adamantan 25
- Additive Nomenklatur 68
- Adenin 151
- Adipaldehyd 145
- Adipinsäure 136
- Adrenalin 151
- Äpfelsäure (Malic acid) 138
- Aggregate identischer Einheiten 32, 54, 55, 72
- Alanin 140
- Aldehyde 64, 66, 89
 - , Trivialnamen 144, 145
- Aldehydsäuren 86
- Aldosteron 133
- Alkadien... 6
- Alkaloide 70
- Alkan 5
 - , Trivialnamen 5
- Alkatri(en, in) etc. 6
- Alkendiin etc. 6
- Alkenin etc. 6
- Alkine 6
- Alkohole 65, 95
 - , Radikale 96
 - , Trivialnamen 147, 148
- Alkoxycarbonsäuren 138
- Alkyl... 5
- Allen 6
- Allophansäure 142
- Allyl... 6
- Allylalkohol 147
- Alphabetische Ordnung (Reihenfolge) 7,
18, 27, 29, 55, 59, 68, 115, 119
- Ameisensäure (Formic acid) 81, 135
- Amide 63, 66, 84, 103
 - , Trivialnamen 151
- Amidine 64
- Amidoxime 64
- Amidsäuren 142
- Amine 64, 100
 - Amine, primäre 100
 - , sekundäre 102
 - , tertiäre 102
 - , acylierte 103
 - , Radikale 76
 - , Trivialnamen 150, 151
- Aminosäuren, Trivialnamen, Abkürzungen 140–142
- Aminoxide 69
- Aminyle 76
- Aminylene 76
- Ammonium... 77
 - ... an 5, 27

- Androstan 131
 Androsteron 133
 Anethol 150
 Anhydride 62, 71
 Anhydro... 71
 Anilide 104
 Anilin 150
 ...anion 81
 Anionen 80, 81
 —, mehrfache 83
 Anionische und kationische Zentren in
 einer Verbindung 83
 Anionradikale 81, 82
 Anisaldehyd 144
 Anisidin 150
 Anisol 150
 Anissäure 138
 ...ano... 27
 Anthracen 12, 14
 Anthranilsäure 142
 Anthrol 148
 Anthron 146
 Anthryl... 23
 Arene (Aromaten) 12
 — mit Seitenketten 34, 35
 —, spezielle Radikale 11, 36
 —, Trivialnamen 13–17, 35
 Arginin 140
 Arine (Arynes) 70
 Asparagin 142
 Asparaginsäure (Aspartic acid) 141
 ...at 80
 ...ato... 82
 Atome 68
 —, anionisierte 69
 Atomgruppen 68
 —, anionisierte 69
 Atropasäure 137
 Ausnahmeregel für benzokondensierte
 Heterocyclen 51, 52
 ...azane 110
 Azelainsäure 136
 ...azene 110
 Azide 60, 67, 109
 Azido... 60, 109
 Azine 65
 Azinodi... 75
 Azodi... 75, 106
 Azomethin (Schiffsche Base) 67
 Azoverbindungen 105
 Azoxyverbindungen 107
 Azulen 13
 Basiskomponente 12, 18
 Basissystem 19
 Beilstein 7, 106
 Beispiele, komplizierte 120–127
 Benzaldehyd 144
 Benzalhalogenide 152
 Benzedrin 151
 Benzenium... 78
 Benzhydryl... 36
 Benzidin 151
 Benzil 146
 Benzilsäure 138
 Benzo... 119
 Benzoessäure 136
 Benzoin 146
 Benzol 11, 12, 26
 Benzolenium... 78
 Benzole, substituierte 35
 Benzolium..., Benzolonium... 78
 Benzo[b]thiophen 37
 Benzotrihalogenide 152
 Benzvalen 26
 Benzyl... 36
 Benzylalkohol 147
 Benzyne (Benz-in) 70
 Bernsteinsäure (Succinic acid) 136
 Betain 151
 Bezifferung, Brücken 25
 —, Brückenköpfe 25
 —, endgültige 118
 —, endgültige, von Heterocyclen 52
 —, endgültige, von Polycyclen 20, 21
 —, Hauptkette 6, 7, 115
 —, Heteroatome 36, 45–47, 115
 —, hydrierte Positionen 22, 118
 —, Ketten 6, 115
 —, Mehrfachbindungen 6, 11, 115, 118
 Bezifferung, Radikalpositionen 5, 6, 9, 11,
 23, 117, 119
 —, Seitenketten 8
 —, Spiroverknüpfung 29
 —, Verbrückungspositionen 25
 —, Verknüppungspositionen 8, 32, 33
 —, Verschmelzungspositionen 21, 36
 Bi... 9, 32, 59, 74
 Biacetyl 73, 146
 Bicarbaminsäure 73
 Bicycloalkane 24
 Biguanide 112
 Bindestriche 2, 3
 Bindungszahlen (Wertigkeiten) 44
 Biphenyl 32

- Biphenylen 13
 Biphenylylen... 34, 77
 Bis... 9, 59, 74
 Biuret 112
 Born (an, en) etc. 129
 Borneol 148
 Brenzkatechin (Pyrocatechol) 148
 Brenztraubensäure (Pyruvic acid) 139
 Brom... 60
 Bromderivate, Trivialnamen 152
 ...bromid 67
 Bromoform 152
 Bromonium... 77
 Brücken, Brückenglieder,
 Brückenköpfe 24, 27
 Buchstaben 2
 —, Abfolge bei kondensierten
 Polycyclen 18, 116
 Bufanolid 132
 Butan 5
 Butoxy... 96
 Buttersäure 81, 135
 Butyl (sec, tert)... 8
 Butylalkohol (tert) 147
 Butyllithium 81
 Butyraldehyd 144
 Butyrat 81
 Butyric acid 135
 Butyrolacton 143

 Cadaverin 151
 Camphen 130
 Camphersäure (Camphoric acid) 136
 Car(an, en) etc. 129
 Carbaminsäure 142
 Carbanionen 81
 Carbazid 113
 Carbazinsäure 142
 Carbazol 40
 Carbazon 113
 Carbeniumionen 79
 Carbodiazon 113
 Carbohydrazid 113
 Carbokationen 79
 Carbolin 40
 ...carbonat 87
 Carbonimidoyldi... 75
 Carboniumionen 79
 Carbonohydrazid 113
 Carbonsäuren 62, 66, 84
 —, Amide 63, 66, 84, 103
 —, Ester 62, 86
 Carbonsäuren, Halogenide 63
 —, Hydrazide 63
 —, Imide 63
 —, Radikale 86
 —, Salze 62, 86
 —, Trivialnamen 135–137
 ...carbonyl... 86
 ...carbonylchlorid 63
 Carbonyldi... 75
 Carbonyldichlorid 152
 Carbonyldioxy... 96
 ...carboxamid 63
 ...carboxylat 62, 80
 Cardanolid 132
 Carvacrol 148
 Chalkon 146
 Charakteristische Gruppen 59, 117
 — — als Präfixe 60
 — — als Präfixe und Suffixe 61–65
 Chemical abstracts 29, 31, 36, 48, 71, 106
 Chiffren 2
 Chiffrierung von kondensierten Systemen
 18, 48
 Chinazolin 39
 Chinolin 38
 Chinolizin 38
 Chinone 93
 Chinoxalin 39
 Chinuclidin 43
 Chlor... 60
 ...chlorid 67
 Chloroform 152
 Chloronium... 77
 Chlorosyl... 60
 Chloryl... 60
 Cholan 131
 Cholanthren 23
 Cholecalciferol 133
 Cholestan 131
 Cholesterin 133
 Cholin 151
 Cholsäure 133
 Chroman 42
 Chrysen 14
 Cinnamaldehyd (Zimtaldehyd) 144
 Cinnamic acid (Zimtsäure) 137
 Cinnamyl... 36
 Cinnolin 39
 Citraconsäure 136
 Citral 145
 Citronensäure 139
 Colamin 151

- Coronen 17
 Corticosteron 133
 Cortisol 133
 Cortison 133
 Crotonsäure 136
 Crotylalkohol 147
 Cuban 25
 Cumarin 43
 Cumenyl(o, m, p)... 35
 Cumol 35
 Cyanate, ...cyanat, Cyanato... 60, 67
 Cyanide, ...cyanid, Cyano... 60, 67, 89
 Cyclische Acetale 94
 — Äther 98
 — Ketone 91
 — Kohlenwasserstoffe 11
 — Radikale, Bezifferung 119
 — Sulfide 99
 — Sulfone, Sulfoxide 100
 — Systeme 11
 Cyclo... 11, 24, 119, 133
 Cyclos, ranghöchster 116
 Cymol(o, m, p) 35
 Cystathionin 140
 Cystein 140
 Cystin 140
 Cytosin 149

 Dehydrierung 70
 Dehydrobenzol 70
 Dehydroverbindungen 70
 De(s)... 70
 De(s)methyl... 70
 De(s)oxy... 71
 De(s)oxybenzoin 146
 De(s)oxycorticosteron 133
 Dewarbenzol 26
 Di... 6, 9, 59
 Diacetamid 151
 Diacyljod... 60
 Diamine 101
 Diazo... 60
 Diazoaminoverbindungen 110
 Diazo(t)ate 109
 Diazoverbindungen 109
 Dibenzamid 151
 Dibenzo[b, d]thiophen 37
 Dichinone 93
 Dihalogene (carbene, methylene) 152
 Dihomo... 135
 Dihydroxyjod... 60
 ...dium... 54

 Dilactid 143
 Dinor... 134
 Dioxydi... 75
 Dispiro... 28
 Dithiocarbonsäuren 62
 Dithiodi... 75
 Doppelbindungen 6, 70
 —, maximale Zahl nicht kumulierter 12, 46
 Dreifachbindungen 6, 70

 Eckige Klammern 18, 53
 Einwertige Radikale 10
 Elaidinsäure 136
 ...en 10, 12, 23, 27, 70
 Endgültige Bezifferung von Kohlenwasserstoffcyclen 20, 21
 — — von Heterocyclen 52
 — — von substituierten Systemen 118
 ...eno... 12, 27
 ...enyl... 10
 Ephedrin 151
 Epithio... 49, 60
 Epoxide 69, 98
 Epoxy... 49, 60, 98
 Ergocalciferol 133
 Ergostan 131
 Ergosterin 133
 Ersetzungsnomenklatur 44
 Erythr(it, ol) 147
 Essigsäure (Acetic acid) 81
 E(Ö)stradiol 133
 E(Ö)stran 131
 E(Ö)stron 133
 Ethan 5
 Ether 98
 —, cyclische 98
 —, Trivialnamen 150
 Ethoxy... 96
 Ethyl... 7
 Ethylen 6, 10
 Ethylendi... 75
 Ethylendioxy... 96
 Ethylendioxydi... 75
 Ethylenglykol 147
 Eugenol 150
 Exemplifizierung der allgemeinen Nomenklaturregeln 84

 Fluor... 61
 Fluoranthren 15
 Fluoren 14
 ...fluorid 67

- Fluoroform 152
 Fluoronium... 77
 Formaldehyd 145
 Formazane 110
 Formiat 81
 Formic acid (Ameisensäure) 135
 Freie Radikale 76
 Freie Valenzen 3, 5, 10, 119, 120
 ...fulminat 67
 Fulven 35
 Fumarsäure 136
 Funktionelle Gruppen und Verbindungs-
 klassen 59
 Furaldehyd 145
 Furan 37
 Furazan 41
 Furfural 145
 Furil 146
 Furo... 48
 Furoin 146
 Furostan 132
 Fused hydrocarbons 12
- Gallussäure 139
 Geraniol 147
 Gesättigte acyclische Kohlenwasser-
 stoffe 5
 — cyclische Kohlenwasserstoffe 11, 22,
 27
 — Positionen 22
 Gesamtnamen 1
 Gesamtsystem 20
 Glutamin 142
 Glutaminsäure 142
 Glutaraldehyd 145
 Glutarsäure 136
 Glycer(in, ol) 147
 Glycer(in)aldehyd 145
 Glycerinsäure 138
 Glycin 140
 Glykolaldehyd 145
 Glykoldimethyläther 98
 Glykolsäure 138
 Glyoxal 145
 Glyoxylsäure 139
 Gonan 131
 Gruppen, ranghöchste, substituierende 59
 Guajakol 150
 Guanidin 112
 Guanidiniumsalze 112
 Guanin 149
- Halbacetale 94
 Halbaldehyd 86
 Halbamide 86
 Halogenderivate 105
 —, Trivialnamen 152
 Hantzsch-Widmann-Nomenklatur
 45, 46
 Harnstoff 111
 Hauptbrücke 24
 Hauptkette 6, 115
 Haupttring 24, 116
 Heptacen 17
 Heptalen 13
 Heptaphen 16
 Heteroatome, Platzziffern 36, 45–47, 52,
 53, 115
 —, Verschmelzungspositionen 36, 52
 Heterobrücken 56
 Heterocyclen 36
 —, Ausnahmenomenklatur 51, 52
 —, einfache 45
 —, kationische 54
 —, kondensierte 48
 —, Prioritäten 49
 —, Sekundärkomponenten 52
 —, Trivialnamen 36–43
 —, verbrückte 56
 —, verknüpfte 54, 55
 —, Verschmelzungsprinzipien
 48, 51
 Heteroketten 46, 81, 99, 115
 Heterospirocyclen 45, 55
 Heterosymbole 46, 47
 Heterosysteme 36
 Hexacen 17
 Hexaphen 16
 Hexaphenylen 33
 ...hexayl... 23
 Hippursäure 142
 Histidin 140
 Historische Entwicklungen 4
 Homo... 70, 119, 134
 Homocystein 140
 Homonor... 135
 Homoserin 140
 Hydro(di, poly)sulf(an, id)e 98
 Hydroperoxide 98
 Hydroperoxy... 61
 Hydrox(am, im)säuren 64
 Hydroximino... 61
 Hydroxycarbonsäuren 138, 139
 Hydroxylamine 61, 67

- ...id 81
- ...iden 10
- Identische Einheiten 15, 30, 32, 55, 72
 - Seitenketten 9, 72
 - Sekundärkomponenten 20, 52
- ...idin 10
- ...idinon 92
- ...ido... 82, 113
- ...idon 93
- Imidazo... 48
- Imidazol 38
- Imidazolidin 42
- Imidazolin 43
- Imidsäuren 63
- Imine 65
- Iminodi... 75
 - ...in 6, 70
- Indacen(as, s) 13
- Indan 23
- Indazol 38
- Inden 13
- Indizierter Wasserstoff 22, 29, 30, 52, 77, 91, 117–119
- Infixe (Zwischensilben) 2, 10
- Indol 39
- Indolin 42
- Indolizin 39
- Innere Kohlenstoffatome 21
 - ...io... 82
- Iod... 61
 - ...iodid 67
- Iodoform 152
- Iodonium... 77
- Iodosyl (Iodoso)... 61
- Iodyl (Iodo)... 61
- Iso... 119
- Isobenzofuran 37
- Isobuttersäure (Isobutyric acid) 135
- Isobutyraldehyd 144
- Isocarbazon 114
- Isochino... 48
- Isochinolin 38
- Isochroman 42
- Isochromen 37
- Isocrotonsäure 136
- Isocumarin 143
- Isocyanate 61, 67, 88
- Isocyanide 61, 67, 88
- Isocyclus 49
- Isoeugenol 150
- Isoharnstoff (Isourea) 111
- Isoindol 39
- Isoindolin 42
- Isokohlenwasserstoffe 8
- Isoleucin 140
- Isonicotinsäure 137
- Isoxazol 40
- Isophthalaldehyd 145
- Isophthalsäure 137
- Isopren 8
- Isopropyl... 8
- Isosafrol 150
- Isoselenocyanate 61, 67, 89
- Isothiazol 41
- Isothiocyante 61, 67, 88
- Isourea (Isoharnstoff) 111
- Isovaleraldehyd 144
- Isovaleriansäure 135
 - ...ium... 54, 77, 78, 83
 - ...iumyl... 80
- IUPAC 2–4, 29, 36, 48, 53, 60, 71, 142
- Kationen 62, 77
 - , mehrfache 82
- Kationische und anionische Zentren in einem Molekül 83
- Kationische Heterocyclus 45, 54
- Kationradikale 80
- Ketale 94
- Ketene 67
- Ketone 65, 90
 - , Trivialnamen 146
- Ketonradikale 146
- Ketten 6, 7, 46
 - , ranghöchste 115
- Ketyle 82
- Klammern 2
 - , eckige 18, 53
- Kleinstmögliche Buchstaben 2, 18
 - Ziffern 2, 7, 8, 11, 18, 36, 46, 52, 119
- Kohlensäure, Hydrazinderivate 113
- Kohlenstoffatome, mehreren Ringen gemeinsame 21
- Kohlenwasserstoffe, acyclisch gesättigte 5
 - , acyclisch ungesättigte 6
 - , acyclisch verzweigte 6
 - , cyclische, mit Seitenketten 34
 - , kondensierte 12
 - , —, Trivialnamen 13–17

Kohlenwasserstoffe, monocyclische 11
 —, polycyclische 12
 —, spirocyclische 28
 , verbrückte 23
 —, verknüpfte 32
 Komplexitätsreihenfolge 7
 Komponenten, identische mit direkter
 Verknüpfung 32, 54, 73
 —, identische, verknüpft über di(poly)-
 valente Radikale 74
 —, Sekundär- 18, 52
 Kondensierte Guanidine 112
 — Harnstoffe 112
 — Heterocyclen 48
 — —, Trivialnamen 37–43
 — Heterospirocyclen 55
 — Polycyclen 12
 — —, Trivialnamen 13–17
 — —, verbrückte 27
 — Spirocyclen 29
 Konjunktive Nomenklatur 71
 Konstitutionselement 1, 2
 Konstitutionsermittlung 1
 Konstitutionsformel 1, 2
 Korksäure (Suberic acid) 136
 Kresol 148

 Lactame 63
 Lactic acid (Milchsäure) 138
 Lactime 63
 Lactone 62, 71
 —, Trivialnamen 143
 Lävulinsäure 139
 Lanost(an, en) etc. 131
 Lanosterin 133
 Lanthionin 140
 Laurinsäure 136
 Leucin 141
 Line notation, Wiswesser 165
 Literatur 4
 Lithocholsäure 133
 Lysin 141

Maleinsäure 136
 Malic acid (Äpfelsäure) 138
 Malonaldehyd 145
 Malonsäure 136
 Mandelsäure 138
 Markierte (primed) Ziffern 19
 Markierungszeichen (Primes) 2, 102
 Maximale Zahl nicht kumulierter Doppel-
 bindungen 12, 46

Mehrfachbindungen 6, 46
 — in acyclischen Systemen 6, 7
 — in cyclischen Systemen 11
 — in Spirocyclen 28
 — in verbrückten Kohlenwasserstoffen
 26
 Mehrwertige Brücken 27, 28, 56, 75
 — Radikale 10, 11, 23, 36
 Menth(an, en) etc. 129
 Menthol 147
 Mercaptane 97
 Mesaconsäure 136
 Mesitylen 35
 Mesoxalsäure 139
 Mesyl... 144
 Methacrylsäure 136
 Methan 5
 Meth(a, e)no... 27
 Methin... 10
 Methionin 141
 Methoxy... 96
 Methylen 6
 Methylen... 10
 Methylendi... 75
 Methylendioxy... 94, 96
 Methylendioxydi... 75
 Methylenhalogenide 68
 Methylidin... 10
 Mevalonsäure 139
 Milchsäure (Lactic acid) 138
 Monocyclische Kohlenwasserstoffe 11
 — Präfixe 12
 Morphin 43
 Muconsäure 136
 Multiplizierende Präfixe 9, 33, 59, 120
 Myristinsäure 136

Nachsilben (Suffixe) 2
 Namen, anionisierte 67, 69
 Namensgebung 1
 Naphthacen 14
 Naphthalin 12, 13
 Naphthionsäure 144
 Naphtho... 12
 Naphthoesäure 137
 Naphthol 148
 Naphthyl... 23
 Naphthylenbisazodi... 75
 Naphthyridin 39
 Neopent(an, yl)... 8
 Nicotinaldehyd 145
 Nicotinsäure 137

- Nitrene 76
 Nitrile 64, 66, 88
 Nitrilotri... 75
 Nitriloxide 69
 Nitro... 61
 Nitrone 70
 Nitroso... 61
 Nomenklaturelemente 2
 Nomenklaturregeln, Exemplifizierung 84
 Nomenklaturtypen 2, 60
 Noni... 32
 Nor... 71, 119, 134
 Norborn(an, en) etc. 129
 Norcar(an, en) etc. 129
 Norleucin 141
 Norpin(an, en) etc. 129
 Norvalin 141

 ...oat 80
 Octi... 32
 Ölsäure (Oleic acid) 136
 Ö(E)stradiol 133
 Ö(E)stran 131
 Ö(E)stron 133
 ...ol 47, 65
 ...ol(an, en, in) 47
 ...olat 65, 81, 96
 ...olinon 92
 ...olon 93
 ...onaphthon 90
 ...onitril 89
 Oniumverbindungen 77
 ...ono... 113
 ...ophenon 90
 Ordnung der Substituenten, alphabetische
 7, 18, 27, 29, 55, 59, 68, 115, 119
 — nach Komplexität 7
 Orientierungsregeln 18, 20, 21, 52
 Ornithin 141
 Orthocarbonat 87
 Orthoester 87
 Ovalen 17
 Oxalsäure 136
 Oxalessigsäure 139
 Oxazol 40
 ...oxid 81, 97
 Oxydierte Heterocyclen 69
 Oxido... 82
 Oxime 65
 Oxocarbonsäuren 139
 Oxo-Präfixe 91
 ...oxy... 94

 Oxydi... 75
 ...oxyl 76
 ...oyl... 86
 Ozonide 69

 Palmitinsäure 136
 Pentacen 16
 Pentaerythrit 147
 Pentakis... 9, 59
 Pentalen 13
 Pentaphen 15
 Per... 105
 Peracetic acid (Peressigsäure) 137
 Perameisensäure (Performic acid) 137
 Perbenzoesäure 137
 Perchloryl... 61
 Peressigsäure (Peracetic acid) 137
 Performic acid (Perameisensäure) 137
 Perimidin 41
 Periphere Komponenten, identische 20
 Peroxid 61, 67
 Peroxycarbonsäuren 62, 137
 Perylen 12, 15
 Phenacyl... 146
 Phenacyliden... 146
 Phenalen 14
 Phenanthren 12, 14
 Phenanthridin 40
 Phenanthro... 12
 Phenanthrol 148
 Phenanthrolin 41
 Phenanthron 146
 Phenanthryl... 23
 Phenarsazin 40
 Phenazin 41
 Phenetidin 150
 Phenetol 150
 Phenethyl... 36
 Phenethylalkohol 147
 Phenole 65, 95
 —, Trivialnamen 148, 149
 Phenonium... 78
 Phenothiazin 40
 Phenoxathiin 37
 Phenoxazin 40
 Phenoxy... 96
 Phenyl... 11
 Phenylalanin 141
 Phenylen(o, m, p)... 11
 Phenylenbisazodi... 75
 Phenylendi... 75

- Phenylnatrium 81
 Phloroglucin(ol) 149
 Phosgen 152
 Phosphindolin 43
 Phosphinolin 41
 Phthalaldehyd 145
 Phthalazin 38
 Phthalid 143
 Phthalsäure 137
 Phytol 147
 Picen 15
 Pikrinsäure 149
 Pimelinsäure 136
 Pinakol 147
 Pin(an, en) etc. 129
 Piperazin 43
 Piperidin 43
 Piperonal 145
 Piperonylsäure 138
 Pivalinsäure 135
 Pleiaden 14
 Polyäther 99
 Polyamine 101
 Polyaz(a,e)ne 110
 Polyazoverbindungen 107
 Polycyclische Kohlenwasserstoffe 12
 Polyketone 91
 Polyphenyle 32
 Polyspiro... 28
 Polysulf(ide, ane) 99
 Polythiodi... 75
 Positionenzählung mit Buchstaben und
 Ziffern 18
 Präfixe (Vorsilben) 2
 —, abgekürzte 12, 48
 —, abtrennbare 119, 120
 —, nicht abtrennbare 119, 120
 —, Ordnung 119
 Pregnan 131
 Primes (Markierungszeichen) 2
 Principal groups (ranghöchste Gruppen)
 59, 117
 Prioritäten 2, 3
 — bei charakteristischen Gruppen 61
 — bei Heterocyclen 48–51
 — bei Kationen 77
 — bei Ketten 7, 115
 — bei kondensierten Kohlenwasserstoffen
 12–17
 — bei Ringsystemen 116
 Prisman 24
 Progesteron 133
 Prolin 141
 Propan 5
 Propiolsäure 136
 Propionaldehyd 144
 Propionsäure 135
 Propiophenon 146
 Propoxy... 96
 Propylen 98
 Propylen... 10
 Propylenglykol 147
 Protocatechusäure 138
 Protostan 131
 Pteridin 39
 Purin 38
 Putrescin 151
 Pyran 37
 Pyranthren 17
 Pyrazin 38
 Pyrazol 38
 Pyrazolidin 43
 Pyrazolin 43
 Pyren 14
 Pyridazin 39
 Pyridin 38
 Pyrido... 48
 Pyrimidin 39
 Pyrocatechol (Brenzcatechin) 148
 Pyron 143
 Pyrrol 38
 Pyrrolidin 42
 Pyrrolin 42
 Pyruvic acid (Brenztraubensäure) 139
 Quartärkomponente 19
 Quater... 9, 32, 59
 Quinque... 9, 32
 Radikal 3
 Radikalanionen 81
 Radikale, aromatische 11
 —, aromatische, Trivialnamen 36
 —, dreiwertige 10, 75
 —, einwertige 10, 11, 23
 —, freie 76, (80, 81)
 —, gesättigter Kohlenwasserstoffe 5
 —, heterocyclische 36
 —, kondensierter Polycyclen 23
 —, mehrwertige 10, 11, 23, 36
 —, spirocyclische 30
 —, ungesättigter Kohlenwasserstoffe 6
 —, verknüpfter Kohlenwasserstoffe 34
 —, zweiwertige 10, 11, 23, 75
 Radikalkationen 80

Radikofunktionelle Nomenklatur 67
 Rangfolge von Heterocyclen 49
 — von Ketten 7, 115
 — von Ringsystemen 116
 — von Substituenten 59, 60, 117
 Ranghöchste Gruppe 59, 61
 — Kette 7, 115
 Ranghöchster Ring 116
 — Substituent 61, 117
 Ranghöhe 2, 45
 Reihenfolge, alphabetische 7, 18, 27, 29, 55, 68, 115, 119
 — nach Komplexität 7
 Resorcin(ol) 149
 Ringe, zeichnerische Wiedergabe 20
 Ringgröße 50
 Ring-Index 4, 27, 29, 31, 36, 45, 48, 53
 Ringsysteme, Prioritäten 116
 Rubicen 17

...säure 80
 Safrol 150
 Salicylalkohol 147
 Salicylsäure 138
 Sarcosin 141
 Sauerstoffradikale 76
 Schiffische Basen (Azomethine) 67
 Sebacinsäure 136
 Sec... 119
 sec-Butyl 8
 Seco... 119, 134
 Seitenketten 7, 34
 —, identische 9
 —, Reihenfolge 7
 —, substituierte 8
 —, verzweigte 8
 Sekundärbrücken 24
 Sekundärkomponenten 18, 19, 52
 Seleninyldi... 75
 Selenocarbodiazon 114
 Selenodi... 75
 Selenoharnstoff 111
 Selenonium... 77
 Selenonyldi... 75
 Semicarbazid 113
 Semicarbazone 65, 113
 Septi... 9, 32
 Serin 141
 Sexi... 9, 32
 Sphingosin 151
 Spiro... 119
 Spirobi... 30

Spirokohlenwasserstoffe 28
 —, alternative Bezeichnungsweise 31
 —, kondensierte 29
 Spiroheterocyclen 45, 55
 Spiro-radikale 30
 Spirostan 132
 Spirosysteme mit identischen Komponenten 30
 — mit indiziertem Wasserstoff 29, 30
 Spiroverknüpfung 28, 30, 31
 — von drei Ringen 31
 Spirozentren 29, 31
 Stammbegriffe für Heterocyclen 47
 Stammsysteme, carbocyclische 33
 —, heterocyclische 49
 —, Radikale 33, 60, 67
 —, substituierende 33, 60
 Stearinsäure 136
 Steroide 71, 130–135
 Stigmastan 131
 Stilben 35
 Strukturelemente 2
 Styphninsäure 149
 Styrol 35, 36
 Substituent 1–3, 33, 59
 Substituenten, als Präfixe 60, 119
 — als Präfixe und Suffixe 61, 62–65
 —, radikalische 6
 —, substituierte 8, 120
 Substituierende Gruppen 59
 Substituierte Aggregate identischer Einheiten 72
 — Systeme 59
 — —, endgültige Bezifferung 118
 Substitutive Nomenklatur 60
 Subtraktive Nomenklatur 70
 Succinaldehyd 145
 Succinic acid (Bernsteinsäure) 136
 Suffixe (Nachsilben) 2
 — für charakteristische Gruppen 62–65
 Sulfanilsäure 144
 Sulfene 93
 Sulfensäure-amide 64
 — -ester 62
 — -halogenide 62
 — -hydrazide 64
 Sulfensäuren 62, 88
 Sulfensäuresalze 63
 ...sulfid 81
 Sulfide 99
 —, cyclische 99
 ...sulfido... 82

- Sulfilimine 100
- Sulfimide 100
- Sulfine 93
- Sulfinimidsäuren 64
- Sulfinsäure-amide 64
 - -ester 62
 - -halogenide 63
 - -hydrazide 64
- Sulfinsäuren 62, 88
- Sulfinsäuresalze 62
- Sulfinyldi... 75
- Sulfonamide 64
- Sulfone 99
- Sulfonimidsäuren 64
- Sulfonium... 77
- Sulfonsäure-amide 64
 - -ester 62
 - -halogenide 63
 - -hydrazide 64
- Sulfonsäuren 62, 88
- , Trivialnamen 144
- Sulfonsäuresalze 62
- Sulfonyldi... 75
- Sulfonyldioxy... 96
- Sulfonyldioxydi... 75
- Sulfoxide 67, 99
- Sulfoximide 67, 100
- Sulfoximine 100
- Sultame 64, 71
- Sultone 63
- Superskripte von Brückenköpfen 25
- Symbole 2
- Symmetrische Teilung des Hauptrings
 - bei verbrückten Kohlenwasserstoffen 25
- Systematischer Name 1

- Tartronsäure 138
- Taurin 144
- Technische Vorbemerkungen 3
- Teilformel 1, 2
- Teilkomponenten 20, 29
- Teilstrukturen 7, 18
- Telluroharnstoff 111
- Telluronium 77
- Ter... 9, 15, 32, 59
- Terephthalaldehyd 145
- Terephthalsäure 137
- Terpene 71, 129, 130
- Terphenyl(o, m, p) 33
- tert... 119
- tert-Alkyl 8

- Tertiärkomponente 19
- Testosteron 133
- Tetra... 9, 59
- Tetracycloalkane 24
- Tetrakis... 9, 59
- Tetrahalogenkohlenstoffe 152
- Tetrahedran 25
- Tetramethylen... 75
- Tetraphenylen 16, 33
- Tetrayl... 23
- Thianthren 37
- Thieno... 48
- Thioacetale 94
- Thioaldehyde 64, 93
- Thioaldehyddioxyde 93
- Thioaldehydoxyde 93
- Thiocarbonsäuren 62, 88
- Thiocarbonyldi... 75
- Thiocarbonyldichlorid 152
- Thiocyanate 61, 67
- Thiodi... 75
- Thioether 99
- Thioharnstoff 111
- Thioketone 65, 93
- Thioketon(di)oxyde 93
- Thiole 65, 97
- Thiophen 37
- Thiophosgen 152
- Thiosemicarbazid 114
- Thiosulf(en, in, on)säuren 65, 88
- Threonin 141
- Thuj(an, en) etc. 129
- Thymin 149
- Thymol 148
- Thyronin 141
- Thyrosin 141
- Toluidin 150
- Toluol 35
- Toluylsäure 137
- Tosyl... 144
- Tri... 6, 9, 59, 74
- Triacetamid 151
- Triazene 110
- Tribenzamid 151
- Tricycloalkane 24
- Trimethylen... 10
- Trimethylen... 75
- Trimethylenedioxy... 96
- Trimethylenedioxydi... 75
- Trinaphthylen 16
- Triphenylen 15, 33
- Triptycen 27

- Tris... 9, 59
 Trisalicylid 143
 Trispiro... 28
 Trithiodi... 75
 Trityl... 36, 79
 Trivialnamen 1, 129–152
 —, acyclische Kohlenwasserstoffe 5
 —, Heterocylen 36–41
 —, hydrierte Heterocylen 33, 42
 —, hydrierte, kondensierte Polycyclen 23
 —, kondensierte Polycyclen 13–17
 —, mehrwertige Radikale 10
 —, substituierte Aromaten 35, 36
 —, verzweigte Kohlenwasserstoffe 8
 Triyl... 23
 Tropasäure 138
 Tryptophan 141
 Twistan 25
- Ungesättigte acyclische Kohlenwasserstoffe** 6
 — cyclische Kohlenwasserstoffe 11
 — Heterocylen 47
 — Radikale 6
 — verbrückte Kohlenwasserstoffe 26
Unsättigung, Einführung von 70
Unverzweigte Kohlenwasserstoffe 5
 Uracil 149
 Urea (Harnstoff) 111
 Uroniumsalze 111
 Ureylendi... 75
- Valeraldehyd** 144
Valeriansäure 135
Valerolacton 143
Valin 141
Vanillin 145
Vanillinsäure 138
Veratrol 150
Veratrumsäure 138
Verbindungsklassen 2, 59
 —, Rangfolge 61
Verbindungsamen 1
Verbrückte Heterocylen 45, 56
 — kondensierte Kohlenwasserstoffe 27
 — Polycyclen 23
Vereinigung von Teilstrukturen 7
Verknüpfte Heterocylen 54
 — Kohlenwasserstoffe 32
 — Systeme 73
- Verknüpfungsstellen(positionen)** 7, 73, 74
Verschmelzungspositionen bei Heterocylen 36, 48, 51, 52
Verschmelzungsprinzipien bei Kohlenwasserstoffen 18, 21
Verzweigte Kohlenwasserstoffe 6
 — Seitenketten 8
Vinyl... 6
Vinylen... 10
Vorbemerkungen, technische 3
Vorsilben (Präfixe) 2
- Wasserstoff, indizierter** 22, 29, 30, 52, 77, 91, 117, 118, 119
Wertigkeiten (Bindungszahlen) 44
Wiswesser Line Notation 165
- Xanthen** 37
Xylenol 148
Xylidin 150
Xylol(o, m, p) 35
- ...yl 5, 6, 11, 23, 36, 76
 ...yl-Anion 81
 ...ylat 97
 ...ylazo... 106
 ...yldioxy... 61
 ...ylen 11, 23
 ...yliden 10, 11, 23
 ...ylidin 10
 ...ylium 79, 83
 ...yloxy 61, 96
 ...ylthio 61, 94
 ...ylylen 34, 77
- Zahlen** 2
Zahleninfixe, Zahlensilben 6, 9, 10, 32, 59, 74
Zahlworte 5
Zeichnerische Wiedergabe von Ringen 20
Zentrale Komponente 20
Ziffernabfolge bei kondensierten Systemen 18, 116
Ziffern, markierte (primed) 19
Zimtaldehyd (Cinnamaldehyd) 144
Zimtsäure (Cinnamic acid) 137
Zucker 71
Zweige bei Spirocyclen 28
 — des Haupttrings 24
Zwischensilben (Infixe) 2

Handbuch der gefähr- lichen Güter

Bearbeitet und gestaltet im
Auftrag der Wasserschutz-
polizeidirektion
Baden-Württemberg von
G. Hommel, Heidelberg

3. Lieferung

(Merkblätter 415-601)



Springer-Verlag
Berlin
Heidelberg
New York

1978. 260 Seiten Vorspann. 374 Seiten Merkblätter.
Loseblattform DIN A 4 im Plastikordner.
DM 125,-; US \$ 62.50
ISBN 3-540-08512-2

Unter Mitarbeit von H.-J. Frost; O. Rommel; G. Magnus;
F. W. Brauss; H. Barth; W. Heyne; O. Eichler; E. Weber
Alleinverantwortliche Bearbeiter für die Sachgebiete
Medizin und Toxikologie: O. Eichler; E. Weber

Inhaltsübersicht: Erläuterungen und Systematik der
Merkblätter: Allgemeines – Chemische Formel
(Strukturformel und Wisswesser Line Notation) – Stoff-
namen und Synonyme – Der Gefahrendiamant – Der
Hazchem-Code – Technische Daten und Feuerbe-
kämpfungsdaten – Transportvorschriften – Erschei-
nungsbild – Verhalten bei Freiwerden und Vermischen mit
Luft – Verhalten bei Freiwerden und Vermischen mit
Wasser – Gesundheitsgefährdung – Reaktivität – Sicher-
heitsmaßnahmen für Fahrzeugbesatzung, Polizei und
Rettungskräfte – Schutz- und Einsatzmaßnahmen –
Bekämpfung der Unfallfolgen – Gewässerverun-
reinigung – Erste Hilfe – Hinweise für den Arzt. –
Anhang 1: Aufstellung der Prüfröhrchen zur Messung
gesundheitsschädlicher Konzentrationen in der
Luft. – Anhang 2: Verzeichnis der Vergiftungsunfall-
Zentren. – Anhang 3: Verzeichnis der Krankenhäuser
für schwere Verbrennungen. – Anhang 4: Klassifizierung
für den Transport und die Lagerung. – Anhang 5:
Numerische Aufstellung der Kennzeichnung von
Straßentankfahrzeugen und Eisenbahnkesselwagen. –
Anhang 6: Alphabetische Aufstellung der Kenn-
zeichnung von Straßentankfahrzeugen und Eisenbahn-
kesselwagen. – Anhang 7: Wisswesser Line Notation. –
Stoffnamen und Synonyme, viersprachig, alphabetisch
geordnet. – Stoff-Informationsblätter (Merkblätter
Nr. 415-601). – Literaturnachweis

Die starke Zunahme transportierter chemischer
Substanzen erfordert eine Ergänzung der als Standard-
werk eingeführten Merkblattsammlung. Zahlreiche
gesetzliche Änderungen in der Klassifizierung gefähr-
licher Güter, die bereits verkündet sind, oder in Kürze
erfolgen, sind eingearbeitet. Die Kennzeichnung von
Straßentankfahrzeugen und Eisenbahnkesselwagen
wurden aufgenommen. Neben vielen neuen wissen-
schaftlichen Erkenntnissen wurde die Computerformel
WLN aufgenommen. Zusätzliche Hilfe für Sofortmaß-
nahmen bietet der Hazchem-Code.

Preisänderungen vorbehalten

Anleitungen für die chemische Laboratoriums- praxis

Herausgeber: F. L. Boschke

Band 10
E. Bayer
Gas-Chromatographie
2., völlig neubearbeitete, erweiterte Auflage 1962.
81 Abbildungen. XII, 324 Seiten
Gebunden DM 74,-; US \$ 37.00
ISBN 3-540-02783-1

Band 11
S. Gál
**Die Methodik der
Wasserdampf-Sorptionsmessungen**
1967. 48 Abbildungen. XII, 139 Seiten
Gebunden DM 52,-; US \$ 26.00
ISBN 3-540-03721-7

Band 12
G. Habermehl, S. Göttlicher, E. Klingbeil
**Röntgenstrukturanalyse organischer
Verbindungen**
Eine Einführung
1973. 136 Abbildungen. XII, 268 Seiten
Gebunden DM 84,-; US \$ 42.00
ISBN 3-540-06091-X

Band 13
K. Cammann
Das Arbeiten mit ionenselektiven Elektroden
Eine Einführung
2., überarbeitete und erweiterte Auflage 1977.
65 Abbildungen, 15 Tabellen. XII, 227 Seiten
Gebunden DM 76,-; US \$ 38.00
ISBN 3-540-07947-5

Band 14
H. Engelhardt
Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie
2., überarbeitete und erweiterte Auflage 1977.
62 Abbildungen, 18 Tabellen. XII, 257 Seiten
Gebunden DM 64,-; US \$ 32.00
ISBN 3-540-08263-8

Band 15
**Tabellen zur Strukturaufklärung organischer
Verbindungen mit spektroskopischen Methoden**
Von E. Pretsch, T. Clerc, J. Seibl, W. Simon
1976. IX, 312 Seiten
Gebunden DM 28,-; US \$ 14.00
ISBN 3-540-07823-1



Springer-Verlag
Berlin
Heidelberg
New York

Preisänderungen vorbehalten